

低バックグラウンドに区分される。異常母集団の割合は極めて小さく、試料数はわずか6試料である。

Zn 累積頻度分布は、正規性の強いバックグラウンド母集団が大半を占め、高含有量側に比較的まとまった異常母集団が存在する典型的な分布である。30 ppm付近に変曲点が認められ、これより高含有量側が地化学異常である。

しきい値は 30 ppm である。しきい値を境として全体母集団は大きく2つの母集団に区分され、異常母集団はさらに 90 ppm を境に高異常（Aランク）と低異常（Bランク）に2分される。

分割されたバックグラウンド母集団と低異常母集団の累積頻度分布は直線性が高く、複合成された累積頻度曲線は実測データと調和的である。

As 検出限界値以下の試料が24%を占めるが、地化学異常の抽出には大きな支障はない。標準偏差が大きく、累積頻度分布は緩傾斜で直線的である。直線的な分布からの偏奇は 200 ppm付近に明瞭に認められ、これより高含有量側が地化学異常である。

しきい値は 210 ppmである。異常母集団は 600 ppmを境に高異常（Aランク）と低異常（Bランク）に区分される。バックグラウンド母集団は大きくは1つの母集団といえるが、解析図では3つの単元母集団に区分された。

Sb 検出限界値以下の試料が93%を占めており、本データの累積頻度分布図ではしきい値の決定には困難が伴う。累積頻度分布は直線的な分布を示し、10 ppm付近に直線からのわずかな偏奇が認められる。あえてしきい値を設定すれば 10 ppm となるが、不明確さが大きいため地化学異常の抽出を行わなかった。

1.3.4 多変量解析

分析された7成分のうちAgとSbを除く5成分で多変量解析のうちの主成分分析を行った。

AgとSbでは検出限界値以下の試料の割合が90%を越え、解析に不都合が生じるため、AgとSbの2成分は解析対象から除外した。Auも90%に近い試料が検出限界以下であるが、調査地は金の鉱化地域であり探査対象が金そのものであること、Auの高い分析値が得られ地化学異常が抽出されたことから、Auは除外しなかった。

Au, As, Pbの検出限界以下の試料に対しては、表II-1-5に示す代替値を使用して解析を行った。

(1) 相関係数

解析した5成分の相関係数を表II-1-8に示す。

相関係数の最大値は Cu-Zn の 0.791で、負の相関係数値は存在しない。

相関係数から、5成分は明らかに次の2つのグループに分けることができる。

グループ1 : Cu, Pb, Zn, As

グループ2 : Au

グループ1の4成分間では相互に相関関係が認められる。この中では相対的に、Cuが他成分と最も良い相関関係を有し、Asが他成分と最も悪い相関関係を示す。ZnはCuと非常に強い相関を示すが、ZnとPb, Asとの相関は弱い。

グループ2はAu1成分だけからなり、Auとグループ1の4成分との相関関係は非常に弱い。Auと他成分との相関をみると、AuはAsと弱い相関関係を有し、Pbとは全く相関関係がない。Auの場合、検出限界値以下の試料が非常に多く代替値での計算となっているため、ここで算出された相関係数は現実のものより低い値となっている可能性がある。しかし、後述の異常分布からみて、Auと他成分との間の相関関係は実際に弱いと判断される。

以上のようなグルーピング及び各成分間の相関関係は、後述の主成分分析の結果に明瞭に表われてくる。

表II-1-8 概査地区相関マトリックス

成分名	A u	C u	P b	Z n	A s
A u	—	.120	.025	.117	.178
C u		—	.524	.791	.407
P b			—	.399	.520
Z n				—	.331
A s					—

(2) 主成分分析

主成分分析結果を表II-1-9に示す。

主成分分析の結果、5つの成分(Au, Cu, Pb, Zn, As)は3つの主成分(第1, 第2, 第3)に集約されることが判明した。各主成分の内容は以下のとおりである。

第1主成分(P1) 全体に対する寄与率は51%である。Cu, Pb, Zn, Asの4成分が高い寄与率で寄与しており、Auの寄与はほとんどない。Cu, Pb, Zn, Asの4成分では第1主成分での寄与率が最も高くなっており、各成分の寄与率はCu, Zn, Pb, Asの順に低くなる。

第1主成分は親銅元素の挙動を反映したもので、地質・岩相の相違を示唆すると考えられる。すなわち、第1主成分スコアの値は塩基性火成岩類で高く、酸性火成岩類及び堆積岩類で低くなる(詳細後述)。

第2主成分(P2) 寄与率は20%である。Auが非常に高い寄与率で単独に寄与しており、Cu, Pb, Zn, Asの4成分の寄与はほとんどない。

第2主成分はAuの分析データをほぼそのまま反映したものであり、金の鉱化作用を示唆すると考えられる。

表 II-1-9 概査地区主成分分析結果

PRIN COMP	EIGEN VALUE	CONTRIB	CUM CONTRIB		Au	Cu	Pb	Zn	As
P 1	2.532	0.506	0.506	EIGENVECTOR	.141	.553	.472	.513	.434
				FACTOR LOADING	.224	.879	.752	.816	.691
				CONTRIBUTION	.050	.773	.565	.666	.477
P 2	0.996	0.199	0.706	EIGENVECTOR	.962	-.110	-.181	-.099	.142
				FACTOR LOADING	.960	-.110	-.181	-.098	.142
				CONTRIBUTION	.921	.012	.033	.010	.020
P 3	0.831	0.166	0.872	EIGENVECTOR	-.103	-.358	.446	-.524	.623
				FACTOR LOADING	-.094	-.327	.406	-.477	.568
				CONTRIBUTION	.009	.107	.165	.228	.322
P 4	0.447	0.089	0.961	EIGENVECTOR	.210	-.002	.721	-.182	-.635
				FACTOR LOADING	.141	-.001	.482	-.122	-.424
				CONTRIBUTION	.020	.000	.232	.015	.180
P 5	0.195	0.039	1.000	EIGENVECTOR	-.011	.744	-.161	-.648	-.003
				FACTOR LOADING	-.005	.328	-.071	-.286	-.001
				CONTRIBUTION	.000	.108	.005	.082	.000

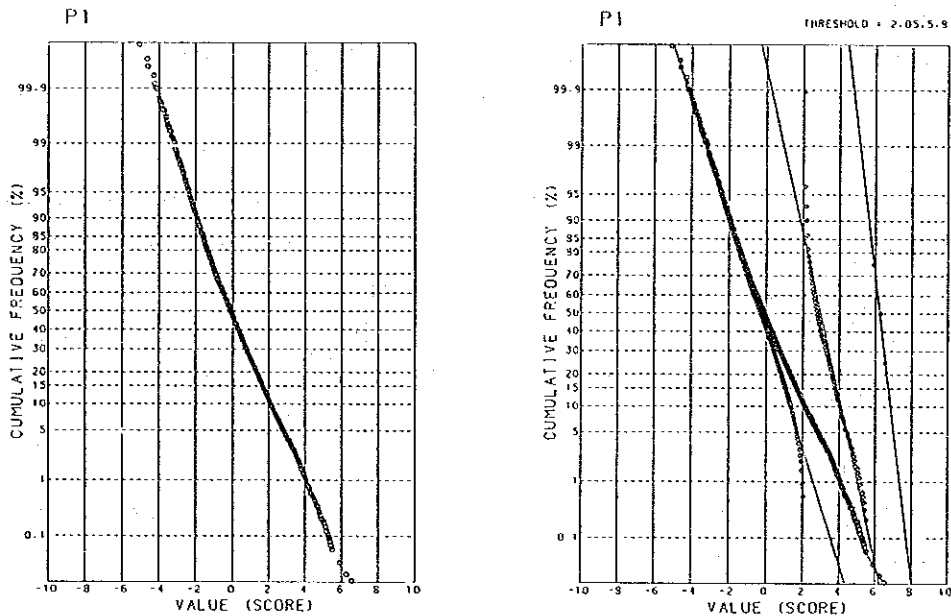


図 II-1-8 累積頻度分布図及び累積頻度解析図 (第1主成分スコア)

第3主成分（P3） 寄与率は17%である。Pb, Zn, Asの3成分が低い寄与率で寄与しており、Auの寄与はほとんどない。PbとAsの因子負荷量は正、CuとZnの因子負荷量は負であるから、第3主成分はPb-As とCu-Zn の挙動の相違を反映している。

第3主成分は採取した土壌の種類や風化程度の相違あるいは地形・地理的な状況の相違を示唆すると推定される。

(3) 主成分スコアの解析

主成分分析で算出された各主成分スコアに対して、化学分析成分と同様の単一変量解析を行った。一部では、地化学異常の分布の考察を行った。

P1の累積頻度分布図と解析図を図II-1-8に示す。P2とP3については、下記理由により同図を掲載しない。

P1 P1の累積頻度分布は高含有量側にわずかに膨らんだ滑らかな曲線的分布を呈している。高スコア側に異常母集団の存在が認められるが、変曲点の位置は不明瞭である。

P1のしきい値は2.05で、異常母集団の割合は10.6%である。異常母集団の割合が比較的高いのは、P1が地質・岩相を反映していることに起因すると考えられる。

P2 P2はAuの単独寄与となっておりP2の地化学異常はAuの地化学異常とほぼ一致するため、P2スコアの解析結果はAuのもので代用できる。金の鉱化作用を追及していく上では、P2よりもAuの解析結果を考察していく方が好ましい。

P3 P3はその定義が不明瞭で探査上重要な意味を持たないと考えられる。

1.3.5 地化学異常の分布

採取試料の分析値を円の大きさで表した地化学探査結果図と地化学異常試料の分布を示した地化学異常分布図を作成し、巻末資料1に示した。AgとSbについては、地化学異常を抽出していないため、地化学異常分布図を作成していない。

各成分の地化学異常の分布を別添付図2に、地化学異常のうち特に高異常の分布を別添付図3に示す。付図3の縮尺は20万分の1であり、全ての地化学異常を掲載することが困難であるため付図3では高異常のみを示した。ただし、Auでは高異常と低異常の両方を、Pbでは高異常が存在しないため低異常を示した。

各成分の地化学異常の分布は以下のとおりである。地化学異常が分布する主要な地区を表II-1-10に示す。Pbは異常分布がきわめて少量かつ散点的であるため、同表から除外した。

Au 地化学異常の試料数は32である。分布は非常に散点的であるが、非常に偏っている。

最も多くの地化学異常が分布するのは、ケコロ地区北東部のKekoro西方の環状地形を呈する山地周辺である。この環状山地内では過去に金の採掘が行われており、調査開始当初から注目され

ていた地域である。本地域では、初年度に鉍微地調査が実施されており、今年度の調査でも多くの石英鉍地帯が確認された。しかし、地化学異常の分布はこれらの鉍微に必ずしも対応していない。

ケコロ地区では、北西端部のSagalaからBindjougoulaにかけてややまとまった分布が認められるほか、南端部のTinkeleni 北西方に2点の異常が分布する。

ブグニ地区では、分布は極めて少なく、南端部のBogoからBanko Sokounにかけて散点的に4点の異常が分布するだけである。

Cu 地化学異常の試料数は231である。分布はかなりまとまっており、非常に偏っている。

Cuの異常分布は塩基性火成岩類（粗粒玄武岩、閃緑岩、変斑れい岩）の分布にきわめて調和的である。一般に、CuやZnは酸性火成岩類（本調査地域で例えると、花崗岩類）及び堆積岩類（同、Birrimien 累層群の片岩）よりも塩基性火成岩類に多く含まれているため、塩基性火成岩類の分布がCuの異常分布として捕捉されたと考えられる。Cuの異常分布はZnの異常分布と重複することが多く、その割合は76%に及ぶ。

地化学異常が密集して分布するのは、その頻度の順に次の4地区である。括弧内に対応する地質岩石名を示す。

ケコロ地区北東部のKekoro西方の環状山地周辺（粗粒玄武岩及び閃緑岩貫入岩）

ケコロ地区北西部のTeguella からBindjougoulaにかけて（粗粒玄武岩及び閃緑岩貫入岩）

ケコロ地区南西部のZantogola 北方（Birrimien 累層群の変斑れい岩）

ブグニ地区南西部のTimissila 北方（Birrimien 累層群の変斑れい岩）

この4地区以外の分布はかなり散点的であるが、その多くは塩基性火成岩類の小岩体の分布に対応する。

Pb 地化学異常の試料数は6である。分布はきわめて散点的である。

ケコロ地区西部の2点とブグニ地区北部の1点は、上述の塩基性火成岩類の分布に一致する。

ブグニ地区南部の3点は地質との対応が認められず、地化学異常として抽出された原因は不明である。

Zn 地化学異常の試料数は483と他成分に比べて非常に多い。分布はかなりまとまっているが、散点的な分布も多い。

Znの異常分布はCuの異常分布を取り込むように、Cuの分布の外側に広がっている。Znの異常分布もCu同様、塩基性火成岩類の分布に調和しているが、Cuに比べると地質との対応がより顕著である。塩基性火成岩類の分布に対応しない異常分布の多くは、岩石の種類を問わず、岩石が露出している場所や転石が多い場所に認められる。これは、ZnがCuやPbなどに比べて、ラテライト化に対して地表付近に残留しやすいことを意味すると考えられる。

地化学異常が密集して分布するのは、その頻度の順に次の4地区である。括弧内に対応する地質岩石名を示す。

ケコロ地区北東部のKekoro西方の環状山地周辺からこの南方のKobadaにかけて
(粗粒玄武岩及び閃緑岩貫入岩)

ケコロ地区北西部のTeguella からBindjougoula, Bougoula にかけて
(粗粒玄武岩及び閃緑岩貫入岩)

ケコロ地区南西部のZantogola 北方 (Birrimien 累層群の変斑れい岩)

ブグニ地区南西部のTimissila 北方からSidiole にかけて
(Birrimien 累層群の変斑れい岩)

As 地化学異常の試料数は57である。分布は比較的まとまっており、非常に偏っている。

最も密な分布は、ケコロ地区北東部の環状山地の西方及び南方に認められる。その他にややまとまった分布は、ケコロ地区南西部のTiorola 北西方、北西部のKoula 西方などに認められる。

ブグニ地区での分布は中央東部のFarala西方の1点のみである。

ケコロ地区北東部の環状山地には流紋岩貫入岩が分布し、石英転鉱帯が存在する。流紋岩は珪化変質を受け黄鉄鉱を伴っており、石英転鉱は硫砒鉄鉱を伴っている。しかし、Asの地化学異常は必ずしもこれらの鉱徴近傍に認められていない。また、CuやZnのように地質との対応も認められない。

統計解析結果では、AsとCu, Pb, Znの間に弱い相関関係が認められたが、Asの異常分布がCu, Pb, Znの異常分布と重複することは少ない。Asの異常とCu, Zn の異常が重複するのは各々4地点だけである。一般に、金鉱床地帯では、AsとAuの地化学異常は重複することが多いが、AsとAuの異常が重複するのは2地点のみである。しかし、Asの異常はAuの異常の周辺に分布する傾向が認められる。

以上のように、Asの地化学異常の分布が地質やその他の要因と整合的でない理由は不明である。

Ag 地化学異常は設定していないが、最大値の3 ppm を示す9試料のうち8試料は、CuとZnの地化学異常が重複する試料である。

Sb 地化学異常は設定していないが、異常と考えられる高含有量の5試料はすべてAsの地化学異常でもある。

表 II-1-10 概査地区地化学異常の分布

成分名	地化学異常地区
Au	Kekoro西 (K), Sagala-Bindjougoula (K), Tinkeleni 北西 (K), Bogo-Banko Sokoun (B)
Cu	Kekoro西 (K), Teguela-Bindjougoula (K), Zantogola 北 (K), Timissila 北 (B)
Zn	Kekoro西 -Kobada (K), Teguela-Bindjougoula-Bougoula (K), Zantogola 北 (K), Timissila 北 -Sidiola (B)
As	Kekoro西 -Dianko西 -Kobada (K), Tiorola 北西 (K), Koula 西 (K)

K : ケコロ地区 B : ブグニ地区

1.4 考察

1.4.1 地化学探査結果

地化学探査の結果は次のようにまとめられる。

- Auの地化学異常の分布は散点的であり、必ずしも鉱徴地に対応していないが、大局的には鉱徴地周辺に認められる。
- CuとZnの地化学異常は地質・岩相を反映しており、異常分布は塩基性火成岩類（粗粒玄武岩、閃緑岩、変斑れい岩）の分布に調和的である。
- AsはPb, Cu, Znと相関関係を有し、Auとの相関関係は弱い。しかし、Asの地化学異常分布はPb, Cu, Znの異常分布と一致することは少なく、むしろAuの異常分布の周囲に存在している。
- 多成分の地化学異常が最も密に分布するのは、ケコロ地区北東部の環状を呈する山地周辺である。一方、地化学異常の分布が最も少ないのはブグニ地区北部である。
- 第1主成分ではCu, Zn, Pb, As が高い寄与率を示し、Auの寄与はほとんどない。第1主成分は地質・岩相の相違を表しており、第1主成分スコアは塩基性火成岩類で高く、酸性火成岩類及び堆積岩類で低い。
- 第2主成分はAuの単独寄与で特徴づけられ、第2主成分スコアの地化学異常はAuの地化学異常とほぼ一致する。

ケコロ地区北東部のKekoro集落西方の環状山地は複雑な地質からなり、砂金の採取跡、石英転鉱帯、熱水変質等の鉱徴が存在する。この地域には多成分の地化学異常が最も数多く分布しており、調査地域内で最も注目される地域であるのと同時に、上述の結果を考察するのに最適の場所でもある。この地域の地化学探査結果を詳細に検討することは、金の鉱化作用を考察するのに有用であり、今後の調査を検討する上でも有意義であると考えられる。

以下に、この環状山地周辺の範囲についての考察を示す。図Ⅱ-1-9に概略地質図というべきケコロ貫入岩の分布を、図Ⅱ-1-10にAuの地化学異常の分布を、図Ⅱ-1-11に第1主成分スコアの地化学異常の分布を示す。なお、前出の図Ⅱ-1-4に同範囲の鉱徴等を示してある。

地質 本地域の地質は、基盤となるBirrimien 累層群の片岩、環状の山体をなし広範囲に貫入した粗粒玄武岩及び閃緑岩、この周辺に小規模に貫入した流紋岩からなる。流紋岩は珪化・黄鉄鉱染などの熱水変質を受けているが、粗粒玄武岩及び閃緑岩は熱水変質を受けていない。粗粒玄武岩の貫入岩体は特徴的な環状地形を呈している。図Ⅱ-1-9にこの環状山地の尾根線を示してある。

鉱化 石英脈転石の鉱石分析では、最大 171 ppbの金含有量が確認された。本地域の金の鉱化作用をもたらした火成活動は流紋岩の貫入と推定されるが、石英脈転石の生成機構、過去に採掘された砂金の本源、金の集積機構など不明な点が多い。

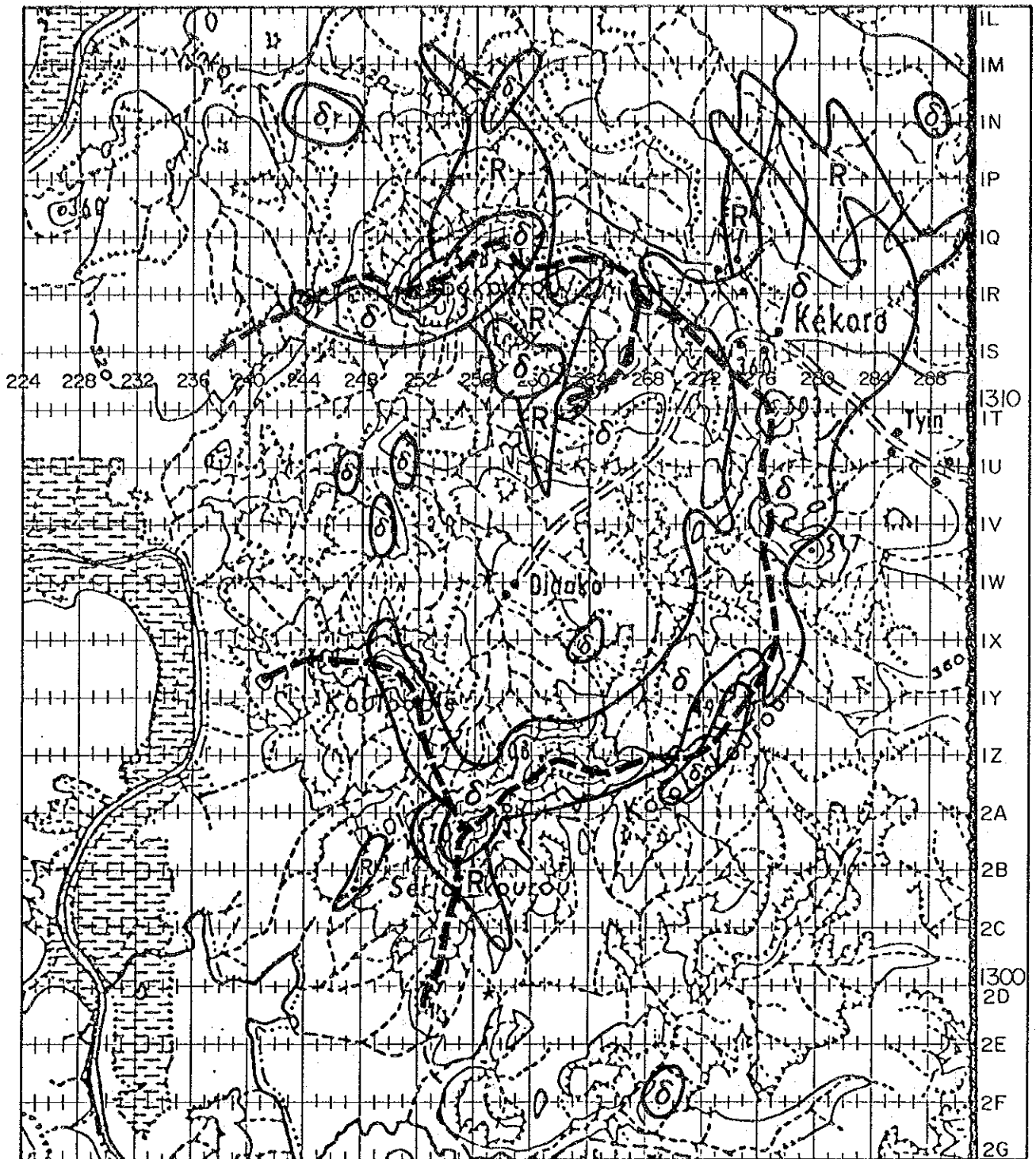
地化学異常 図Ⅱ-1-10に示すように、金の鉱徴は環状尾根線の内側に存在している。Auの地化学異常は散点的に粗粒玄武岩及び流紋岩の周囲に存在しており、これら貫入岩体上に位置することはない。また、地形的には環状山体の裾野の沢部に位置することが多い。Au含有量が13 ppb以上の高バックグラウンド試料は地化学異常の周辺にハロー的に分布している。

本地化学探査は概査であり、採試線上で機械的に等間隔で地化学探査試料を採取しており、鉱徴上で試料を採取していないことも多い。このことと調査地域の砂金鉱床の形態（図Ⅱ-1-12）が、既存鉱徴近傍に地化学異常が存在しない原因ともなっている。

第1主成分スコアの地化学異常分布と粗粒玄武岩等の塩基性火成岩類の分布は調和的である。前者は後者より広い範囲を示すが、これは、塩基性火成岩類が山稜を形成し同岩の転石が広範囲に存在することが原因と考えられる。第1主成分が土壌基盤の岩相を指標し、第2主成分が金の単独寄与で表わされた結果、主成分分析の実質的な成果は上がらなかった。

結論 地化学異常分布と地形・地質との関係から、Auの地化学異常は、図Ⅱ-1-12に示されたTYPE-Bの現地砂礫鉱床を示唆するものではなく、TYPE-AからTYPE-C的な漂砂鉱床を指示するものと考えられる。この考えに立つと、砂金の本源はKebekourou山、Koulouble山、Seridje-kourou山周辺に存在すると推定される。

今回、Auの地化学異常の分布は、大局的には鉱徴地周辺に認められるものの、必ずしも既存鉱徴地に対応して多くの地化学異常が抽出されたわけではない。調査地域のようにラテライト化作用が非常に進んだ場所では、鉱化帯が直接、明瞭な地化学異常としては現れにくい場合も考えられる。今後、ラテライト台地とそれがいろいろな程度に開析を受けた地域において、地表付近の土壌試料は地下の情報をどのように反映しているのかといったことや、また、より有効な土壌地化学探査のやり方や解析方法などを検討することも、課題として残されていると考えられる。



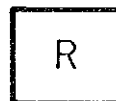
1 : 100,000



LEGENDE



塩基性貫入岩類
Basique roche intrusive
(Dolérite, Gabbro, Diorite)

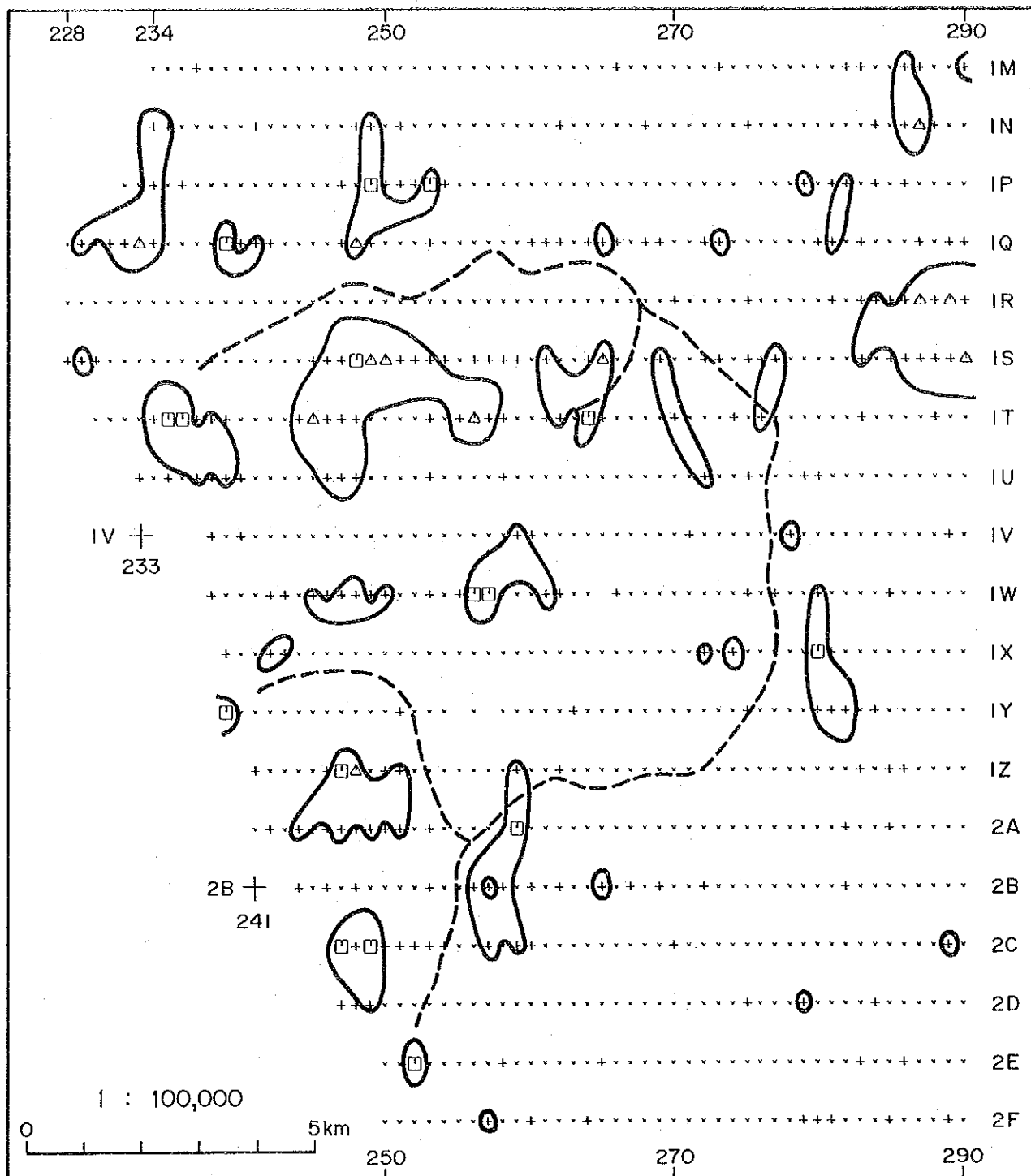


酸性貫入岩類
Acide roche intrusive
(Rhyolite, Dacite)



環状の尾根線
Arête circulaire

図 II-1-9 ケコロ貫入岩の分布図 (ケコロ地区北東部)
Fig. II-1-9 Distribution des roches intrusives
(Secteur de Kékoro nord-est)

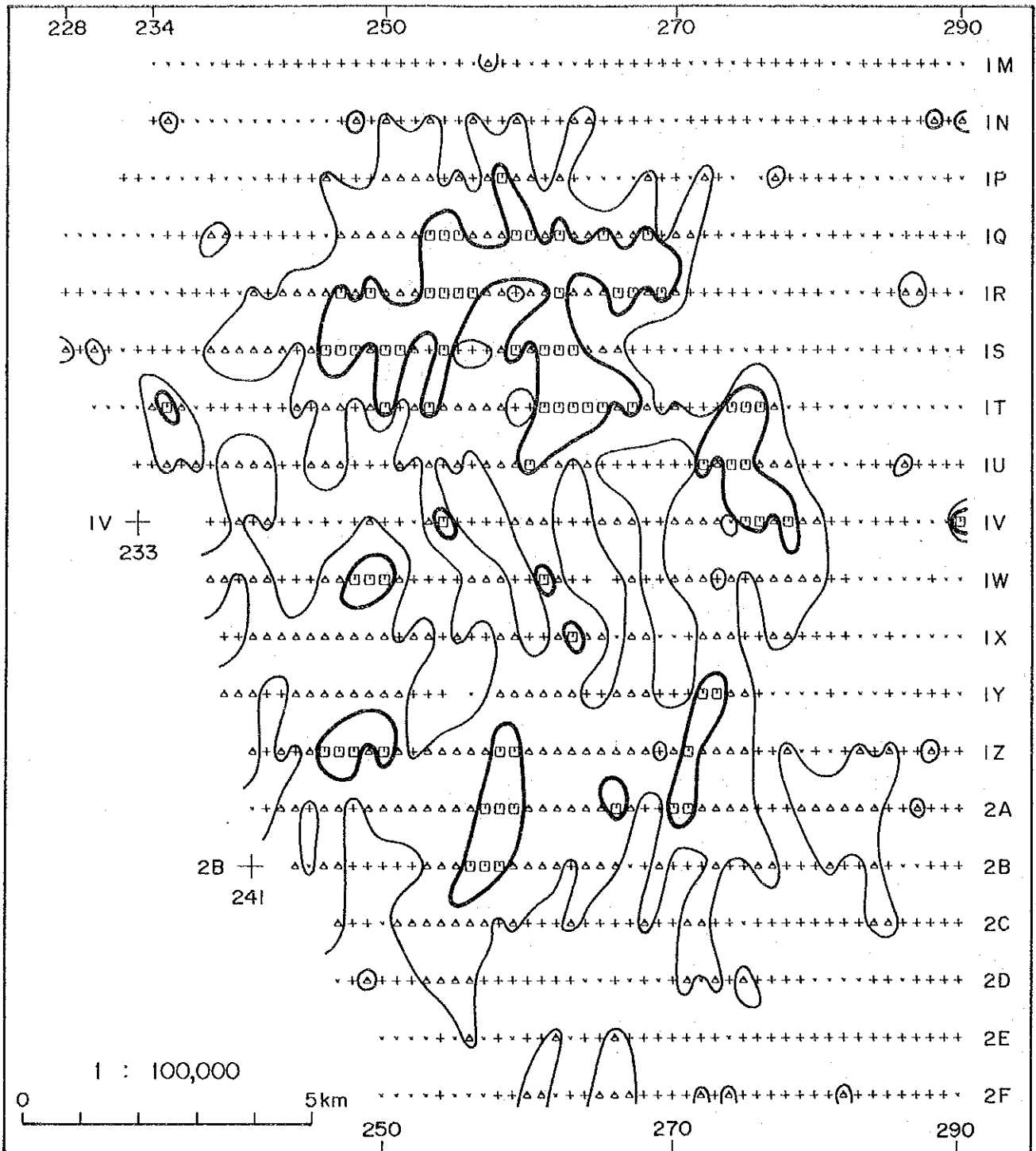


LEGENDE

- | | | |
|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| <p>□ ≥ 100</p> <p>100 > △ ≥ 50</p> <p>50 > + ≥ 5</p> <p>5 > x</p> | <p>異常母集団
Population anormale</p> | <p>環状の尾根線
Arête circulaire</p> |
| <p>バックグラウンド母集団
Population du fond</p> | | |

(単位 Unité : ppb)

図 II-1-10 Au地化学異常分布図 (ケコロ地区北東部)
Fig. II-1-10 Distribution anormale géochimique en or
(Secteur de Kékoro nord-est)



LEGENDE

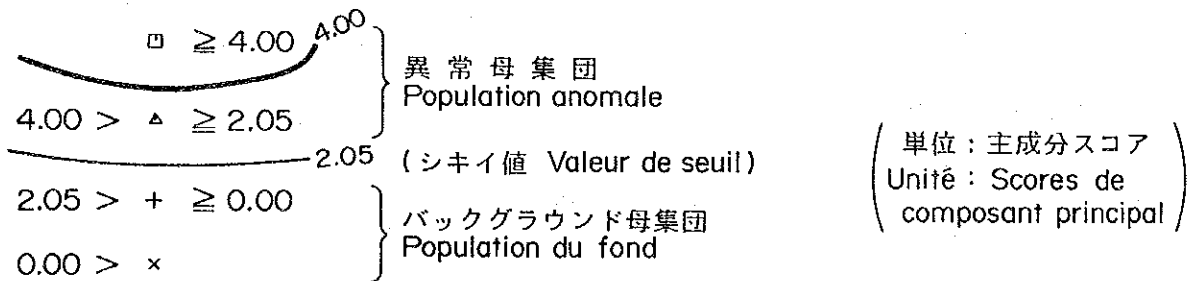


図 II-1-11 第1主成分スコア異常分布図 (ケコロ地区北東部)
 Fig. II-1-11 Distribution anormale du score de la premier composant principal
 (Secteur de Kēkoro nord-est)

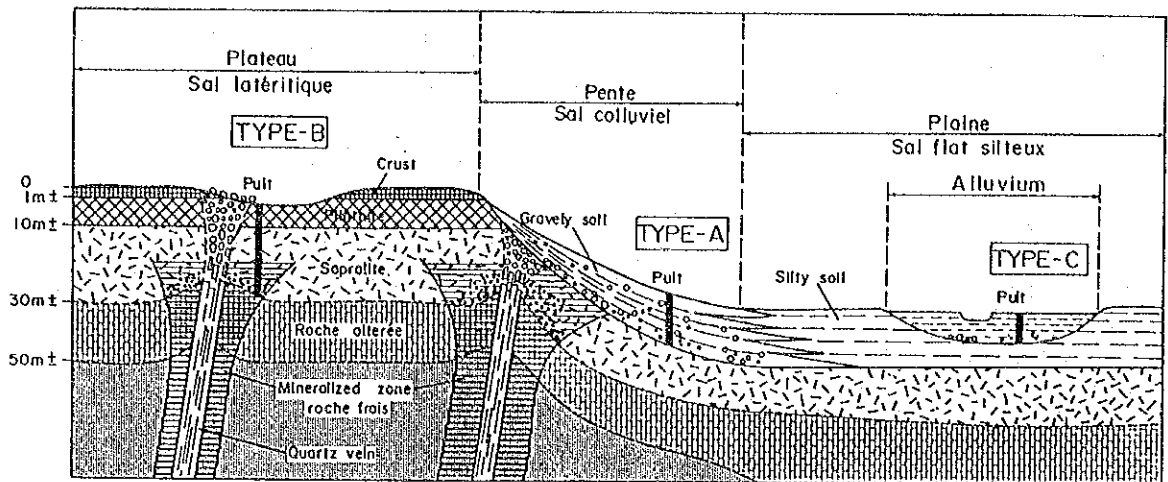


図 II-1-12 砂金鉱床の模式図

1.4.2 鉱床賦存のポテンシャル

地質調査及び地化学探査の結果，調査地域内で金鉱床の存在が示唆される区域は，ポテンシャルの順に次の3区域である（別添付図3参照）。

- ① Kekoro 区域：ケコロ地区北東部のKekoro西方の環状山地周辺
- ② Sagala 区域：ケコロ地区北西端部のSagala周辺
- ③ Banko 区域：ブグニ地区南部のBanko 西方

① Kekoro 区域 過去に砂金の採掘実績のある区域で，鉱徴も数多く認められる。粗粒玄武岩が環状山地を形成し，熱水変質した流紋岩が小規模に分布する。Auの地化学異常が散点的ながら多く分布し，この周辺にはAsの地化学異常も多く認められ，その詳細は前に述べたとおりである。

② Sagala 区域 鉱化を示すような地表徴候は認められないが，AuとAsの地化学異常がややまとまって分布する。鉱化に関連のありそうな事象は，Sagala南方に分布する粗粒玄武岩と閃緑岩の小岩体のみである。なお本区域は調査地域の北端に位置しており，北方延長部の情報を欠いている。

③ Banko区域 Banko 北西方の花崗岩分布地内に砂金採取跡が多く認められる。ここから西方のBogoにかけて非常に散点的ではあるがAuの地化学異常が点在する。本地区の南方には幾つかの変斑れい岩の小岩体が分布しており，これが鉱化に関連していると推定される。

文献資料、既存調査の結果及び本調査の結果から判断すると、本調査地域の金鉱床のポテンシャルは必ずしも大きいとはいえない。鉱床生成機構及び胚胎形態が不明確な現段階ではポテンシャル評価に困難が伴うが、① Kekoro 区域は、ある程度のポテンシャルを有し、今後の精査に値する地域と判断される。② Sagala 区域については、隣接北部域の情報がないため現状では判断が難しいが、無視できる結果ではないため、隣接北部域を含めた今後の調査の実施によりポテンシャルを判断すべきものと考えられる。

1.4.3 今後の調査

今年度の調査は概査であるから、今後の調査は精査としての性格を有するものになる。対象地域は前述したように、ケコロ地区北東部のKekoro西方の環状山地周辺（Kekoro区域）が最も優先される。

Kekoro区域の今後の調査として以下の調査内容が推奨される。

- ・地質調査：鉱化作用に関連する火成活動を把握し、探査ターゲットを選出する目的で、基盤の堆積岩を貫く貫入岩の分布と変質状況を詳細に調査する。
- ・地化学探査：地化学異常帯を絞り込み鉱化帯を捕捉する目的で、土地化学探査精査を実施する。ラテライト化の進んだ地域の土地化学探査では、鉱化帯が直接、明瞭な地化学異常として現れない場合も知られていること、また、対象地域には露頭や転石が比較的多く認められていることから、土地化学探査を補完する岩石地化学探査も有効と考えられる。
- ・物理探査：ラテライトの下の地質状況、地質構造及び変質・石英脈等の存在を把握する目的で物理探査を実施する。対象地域の地形・地質状況、探査深度を考慮すると、電磁探査法の1つであるVLF法が適当と考えられる。
- ・試錐調査：地下の地質情報を直接入手する目的で、試錐調査を実施する。短い試錐を数多く実施することが有効である。ただし、対象地域の道路・地形状況、水の採取を考えると、掘削地点は限定される。

Sagala区域については、隣接北部域を含めた地質・地化学精査の実施が望ましい。

Banko 区域については、砂金採掘跡を中心としてその分布と地化学異常を調査する地質・地化学精査の実施が考えられる。

第2章 精査地区調査結果

2.1 地質・構造

2.1.1 地 質

地化学探査に並行して露頭及び転石による地質確認と鉱微地調査が行われた。

調査対象区域を本区域西方の部落名にちなみ、Silobougou区域と仮称する。Silobougou区域の地質図及び同断面図を図Ⅱ-2-1に示す。

地質は、主に Birrimien累層群の泥質片岩、砂岩、酸性火砕岩、変玄武岩からなり、このほか少数の転石により、Birrimien 累層群を貫く貫入岩として、黒雲母花崗閃緑岩及び斑れい岩の小岩体が推定される。

本区域の地形は、侵蝕を受けたラテライト台地からなる。ラテライト台地上面は高位平坦面を構成し、その下位には低位平坦面及び低位平坦面を侵食する幅30-70mの河床部がある。河床からの比高は、高位平坦面が20-25m、低位平坦面が約5mである。

(1) Birrimien累層群

泥質片岩 (Bsa) : 3箇所の露出と多くの転石が確認されており、最も広く分布する。地表部試料は風化による赤鉄鉱化が激しく、岩相の詳細は不明瞭であるが、片理の発達した細粒の絹雲母片岩を主とし、塊状シルト岩質のもの、石英粒が散在する砂質のものなどを少量交えている。

砂 岩 (Bsga) : 灰白色細粒の石英アレナイト砂岩からなる。泥質片岩中に薄層として挟在されているものと思われる。

酸性火砕岩 (Bvt) : 褐色の風化した火山礫凝灰岩からなり、K測線第10、11測点、L測線第11、12測点付近に集中して露出する。礫は径2cm以下の細粒泥岩様角礫からなり、基質は径4mm以下の石英と微細な黒雲母の集合物からなる。片理は見られない。

鏡下(試料 K11)では石英は、自形の単結晶からなり黒雲母、白雲母を包有している。角礫は酸化鉄汚染が顕著で、石英と白雲母の破片を含む。

変玄武岩 (Bvb) : 今回の調査では未確認。第2年次調査結果により分布が推定される。

(2) 貫入岩

閃緑岩 (γ1) : 弱い片麻状構造を示す灰色中粒の黒雲母花崗閃緑岩からなる。セレンゲダム湖畔の採石場に露出するものと同じであり、エブルニア造山時(syntectonic)花崗岩の一つである。転石2箇所。

鏡下(試料 M05)では石英(30%)、斜長石(40%)、カリ長石(10%)、黒雲母(15%)、普通角閃石(5%)及びスフェーンからなり、変質は認められない。黒雲母の定向配列が認められ、一部に圧砕組織が見られる。

斑れい岩 (δ1) : 暗灰色中粒～細粒の斑れい岩で、弱い熱水変質 (緑泥石化?, 硫化鉍物化) を受けている。造山期後の (posttectonic) 貫入岩とみられる。転石が1箇所のみ。

鏡下 (試料 S01) では初生鉍物として普通輝石 (20%)、紫蘇輝石 (20%)、斜長石 (40%) が見られ、二次鉍物として透角閃石 (10-15%) のほか希に白雲母が見られる。

2.1.2 地質構造

露出が乏しいことから Birrimien累層群の地質構造の詳細は不明である。

計測された層理は3箇所で、いずれもNNE 走向、東または西に傾斜していることから、全体としては広域の地質構造であるNNE 走向・SE傾斜を卓越させながら、褶曲をしているものと推定される。第2年次調査の結果、NNE～NS方向の衝上断層が区域北西部に推定されている。また、第1年次のランドサット画像解析結果、NW方向のリニアメントが区域中央部に判読されている。

2.2 鉍化作用

2.2.1 鉍微地

(1) Silobougou砂金採掘帯

本区域内の金示徴は、地域住民による砂金採掘箇所=井戸の存在によって示される。砂金採掘箇所の分布を図II-2-5に示す。

砂金採掘箇所の分布の特徴は、採掘箇所がラテライト台地の侵蝕された所に位置することと、NW-SE 方向に伸長する一つの明瞭な砂金採掘帯が見られることである。この砂金採掘帯を Silobougou砂金採掘帯と仮称し、その明瞭な方向性から、深部には金石英脈を胚胎する同方向の断層帯が推定される。Silobougou砂金採掘帯の概要は以下のとおり。

採掘帯幅：平均100m (50m-200m)

延 長：約1.4Km, NW側は尖滅状, SE側はダム湖に断たれる。

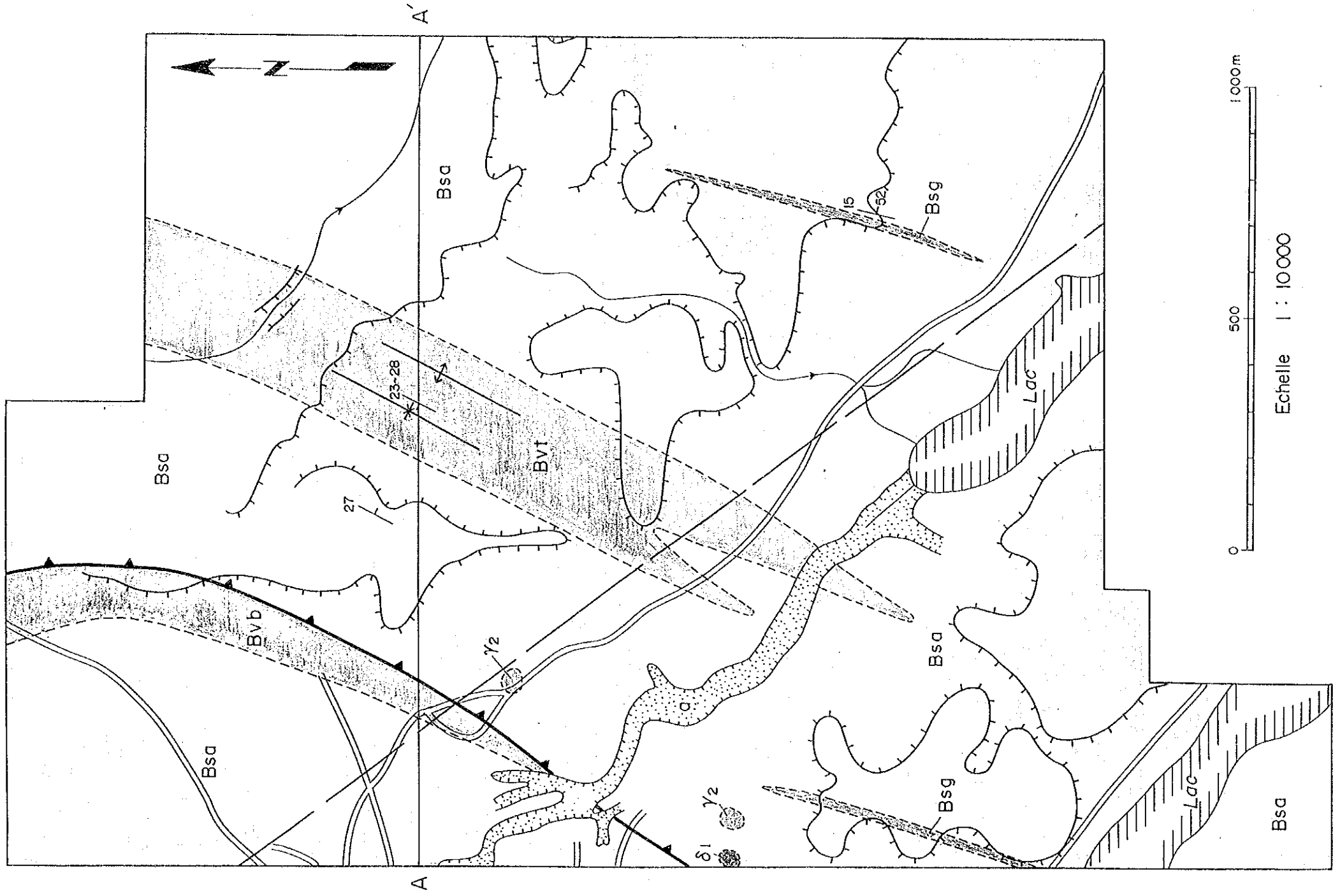
伸長方向：NW-SE (同方向のリニアメントがほぼ同位置に読まれており、構造規制が窺われる)

鉍 石：地域住民は、ラテライト化により濃集した風化残留砂金を採掘している。初生の鉍石としては石英脈転石が見られるが、Syama 鉍山の例からは、金は母岩中にも含まれている可能性がある。

鉍石鉍物：石英転石 (試料 V09) 中に硫砒鉄鉍が認められた。また、第2年次の結果では、石英転石中に硫砒鉄鉍のほか針鉄鉍、磁鉄鉍、黄鉄鉍が認められている。石英中に硫化鉍物は殆ど見られないが、これは酸化のためだけではなく、もともと少ないことに起因するようにみられる。

脈石鉍物：石英, カオリン, 電気石など

母 岩：泥質片岩 (Bsa) を主



LEGENDE

- | | | |
|----------------------------|--|----------------------------------|
| Alluvions récentes | | Argileux, sables |
| Intrusives posttectoniques | | Gabbro |
| Granitoïdes éburnéens | | Granites à biotite |
| Système Birrimien | | Grès arenitique |
| | | Schistes argileux |
| | | Tufs felsique |
| | | Métabasaites, schistes verts |
| | | Contour géologique |
| | | Chevauchement |
| | | Linéament |
| | | Axe synclinal et anticlinal |
| | | Direction et pendage des couches |
| | | Plateaux latéritiques |
| | | Ravin |

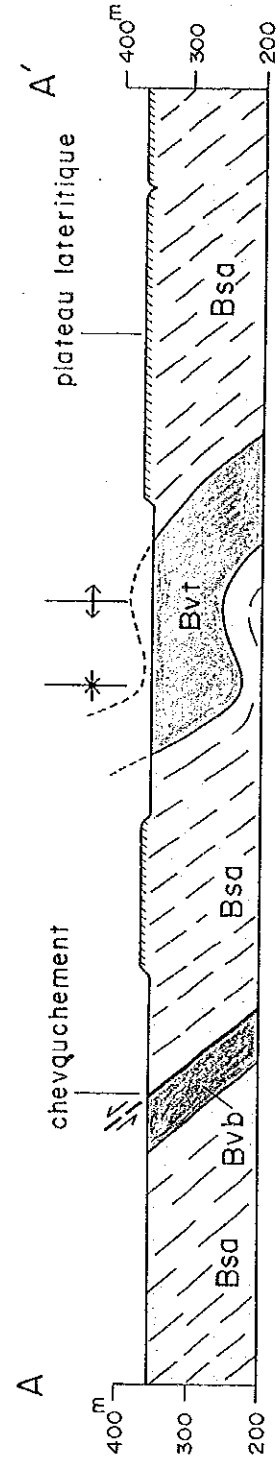


图 II-2-1 精查地区地质图及剖面图

Fig.II-2-1 Plan et profile géologique de la region pour les études détaillées.

砂金採掘帯は、ラテライト層上位のハードキャップ (Cuirasse) が一部削剥を受けて薄くなり、採掘がやり易くなった所に位置する。地域住民による風化残留砂金の採掘は、直径約80cm、深さ10.1m～14.4m (15箇所平均12.1m) の井戸と、その坑底を結ぶ井戸と同じ径のトンネルにより行われている。井戸は、間隔1.5m～3mで直線状に並んでおり、その方向は、採掘帯の方向に高角度のものが多し。マリ側地質技術者の話では、この方法による金の回収は、採掘量が風化残留砂金鉱量全体の約30% となり、パンニングに掛かる金の量が砂金鉱石に含まれる金量の約30% ということ、砂金量全体の9%くらいまでしか回収されていないということである。

(2) 室内試験結果

(a) 鉱石分析結果

金を含んでいる可能性のあるものとして、次の3種を分析に供した。

A : 石英脈転石

B : 強風化母岩 (泥質片岩サブロライト)

C : 井戸孔底部ラテライトまたは篩済みラテライト (砂金鉱石)

石英脈転石は白色石英>灰色石英 (smoky quartz) からなり、一般に、金の含有量は後者に多いということである。石英脈転石には角礫化を受けたもの、元の硫化鉱物が酸化したような褐鉄鉱部を含むものなど見られるが、これらの量は少ない。

分析結果を表Ⅱ-2-1に示す。Agは全て2ppm以下である。

Au>100ppb の試料は、石英脈転石 (Q06: Au 228ppb) 、強風化母岩 (U09-2: Au 131ppb) 、ラテライト (R05-1: Au 970ppb, R06-4: Au 1150ppb) の各試料に見られる。この結果は、初生金鉱化作用が石英脈のみならず母岩にも及んでいる可能性があること、及び、風化過程でラテライト化層の下底に金が濃集してきたことを示していると考えられる。また、金品位が全体に低いことは、初生鉱化作用が比較的到低品位であることを示すものかもしれない。

なお、鉱石分析は土壌試料と同じく、マリ国PDRM分析所において行われた。

(b) 研磨片観察結果

研磨片観察結果を巻末資料3に示す。

Silobougou区域試料の観察結果によれば、5個の石英脈転石試料中に自然金は認められず、硫化鉱物としては硫砒鉄鉱のみが認められた (試料V09a-1, 2) 。Kalana鉱山の熱水変質を被った閃緑岩 (試料Kalana-1) には黄銅鉱と磁硫鉄鉱が認められた。これらの硫化鉱物は、Silobougou区域の熱水変質を被った斑れい岩 (試料S0-1) にも見出だされている。Kalana鉱山の金鉱床は、閃緑岩岩株の貫入後に発生した熱水過程によって形成された可能性が高く、Silobougou区域での熱水変質を受けた類似の完晶質貫入岩の存在は、同区域での熱水性金鉱床の賦存可能性が高いことを示すものと考えられる。

表 II-2-1 精査地区鉱石分析結果

試料番号	試料の種類	Au(ppb)	Ag(ppm)	記事
N04	A	<5	<2	smoky quartz
P04-1	B	7	<2	saprolite
P04-2	B	5	<2	do.
P04-3	B	<5	<2	do.
P04-4	C	9	<2	panned carapace
P04-5	A	<5	<2	smoky quartz
P04-6	A	<5	<2	limonitized quartz
P05-1	C	48	<2	pit bottom carapace
Q06	A	228	<2	smoky quartz
R05-1	C	970	<2	panned carapace
R06-1	C	6	<2	do.
R06-2	B	7	<2	saprolite
R06-3	B	9	<2	do.
R06-4	C	1150	<2	pit bottom carapace
R06-5	A	<5	<2	smoky quartz
S06-2	A	<5	<2	milky white quartz
S06-3	A	<5	<2	limonitized brecciated quartz
S07	A	<5	<2	black quartz
U08-2	A	<5	<2	smoky quartz
U09-1	C	10	<2	panned carapace
U09-2	B	131	<2	saprolite
U09-3	C	<5	<2	panned carapace
U09-4	C	<5	<2	do.
U09-5	B	5	<2	saprolite
V09-a	A	21	<2	arsenopyrite-bearing milky white quartz

注：試料番号は、採取位置グリッドを表す。

試料の種類 A：石英脈転石
 B：強風化母岩（泥質片岩サプロライト）
 C：孔底ラテライトまたは篩済みラテライト（砂金鉱石）

(c) 流体包有物試験結果

試料は、Silobougou砂金採掘帯で採取された石英脈転石4試料からなる。

流体包有物均質化温度測定結果を表Ⅱ-2-2に示す。また、均質化温度のヒストグラムを図Ⅱ-2-2に示す。これらの均質化温度は脈石英生成温度の下限を示すもので、圧力や組成による温度補正はなされていない。実際に流体包有物がトラップされた真の生成温度は、得られた均質化温度より若干高いものと考えられる。

各試料の均質化温度測定結果の概要は、次のとおりである。

M02：石英は暗灰色半透明石英からなる。包有物は微細で測定できるものは非常に少ない。包有物は初生包有物 (primary inclusions) のみであり、均質化温度は242-303℃の範囲にバラついている。測定した流体包有物粒数は9粒。

Q06：石英は暗灰色半透明石英からなる。包有物は局所的な透明部に希に認められる。包有物は初生包有物のみである。均質化温度は177-210℃の範囲にあり、183-192℃の10℃間に全体の80%が集中するシャープなユニモーダル分布を示す。測定した流体包有物粒数は15粒。

S06-2：石英は乳白色半透明～透明石英からなり、包有物が多い。包有物は初生包有物のみである。均質化温度は247-310℃の範囲にあり、291-300℃の10℃間に全体の50%が集中するユニモーダル分布を示す。測定した流体包有物粒数は30粒。

V09-a：石英は硫砒鉄鉱を含む乳白色石英からなる。包有物は、初生包有物のほか二次生包有物 (secondary inclusions) が少数見られる。初生包有物の均質化温度は201-374℃の広い範囲にあり、沸騰状態が推定される。温度は247-256℃の10℃間に全体の40%が集中する。二次生包有物の均質化温度は227-251℃を示す。測定した流体包有物粒数は30粒。

今回の少数の石英脈転石試料の測定結果からは、Silobougou鉱徴の石英は、メソサーマル帯 (200-300℃) を中心とする広い温度範囲で晶出したことが窺える。また、Kalana鉱床では石英脈の晶出温度として、デクレピテーション法により340-420℃というカタサーマル帯の値が得られていることから、Silobougou鉱徴はKalana鉱床に比べて、より浅所、またはより熱源から遠い場所で形成されたものとみることができよう。

表 II-2-2 精査地区流体包有物均質化温度測定結果 (1)

投番号	鉱物種	温度	大きさ	位置	産状	備考	投番号	鉱物種	温度	大きさ	位置	産状	備考
<u>Sample:M02</u> (smoky vein quartz)													
1.	Qu	299	3x3	I	P		5.	Qu	254	3x3	I	P	
2.	Qu	255	5x5	I	P		6.	Qu	263	3x3	I	P	
3.	Qu	242	3x3	I	P		7.	Qu	255	3x3	I	P	
4.	Qu	286	5x5	I	P		8.	Qu	303	5x5	I	P	
5.	Qu	247	3x3	I	P								
<u>Sample:Q06</u> (smoky vein quartz)													
1.	Qu	177	5x5	I	P		6.	Qu	183	3x3	I	P	
1.	Qu	183	3x20	I	P		6.	Qu	194	3x5	I	P	
1.	Qu	191	3x3	I	P		7.	Qu	186	3x3	I	P	
2.	Qu	188	3x3	I	P		7.	Qu	190	5x5	I	P	
2.	Qu	210	3x3	I	P		8.	Qu	187	3x3	I	P	
3.	Qu	185	5x5	I	P		9.	Qu	190	3x5	I	P	
4.	Qu	192	3x3	I	P		10.	Qu	192	3x3	I	P	
5.	Qu	179	3x5	I	P								
<u>Sample:S06-2</u> (milky white vein quartz)													
1.	Qu	247	10x10	I	P		6.	Qu	288	5x10	I	P	
1.	Qu	272	10x20	I	P		6.	Qu	295	10x10	I	P	
1.	Qu	275	10x10	I	P		6.	Qu	304	10x10	I	P	
2.	Qu	309	5x10	I	P		7.	Qu	292	10x20	I	P	
2.	Qu	310	10x10	I	P		7.	Qu	295	5x10	I	P	
3.	Qu	286	5x5	I	P		7.	Qu	295	10x10	I	P	
3.	Qu	292	5x5	I	P		8.	Qu	281	10x10	I	P	
3.	Qu	300	5x10	I	P		8.	Qu	296	5x10	I	P	
3.	Qu	302	5x10	I	P		8.	Qu	298	10x20	I	P	
4.	Qu	285	5x10	I	P		9.	Qu	293	5x5	I	P	
4.	Qu	294	10x10	I	P		9.	Qu	294	5x5	I	P	
4.	Qu	305	10x10	I	P		9.	Qu	299	5x10	I	P	
5.	Qu	290	5x5	I	P		10.	Qu	261	5x5	I	P	
5.	Qu	295	5x5	I	P		10.	Qu	295	10x10	I	P	
5.	Qu	301	10x10	I	P		10.	Qu	297	10x10	I	P	

表 II -2-2 精査地区流体包有物均質化温度測定結果 (2)

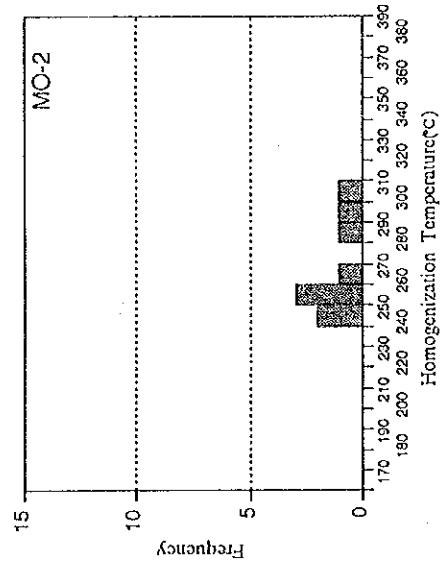
粒番号	鉱物種	温度	大きさ	位置	産状	備考	粒番号	鉱物種	温度	大きさ	位置	産状	備考
Sample:V09-a (arsenopyrite-bearing milky white vein quartz)													
1.	Qu	201	5x10	I	P		8.	Qu	251	5x10	I	P	
1.	Qu	212	5x5	I	P		8.	Qu	324	3x3	I	P	boiling
1.	Qu	215	5x10	I	P		9.	Qu	238	5x10	I	P	
2.	Qu	220	5x5	I	P		9.	Qu	244	5x5	I	P	
3.	Qu	251	5x10	I	S		9.	Qu	253	5x10	I	P	
4.	Qu	245	3x5	I	P		9.	Qu	291	10x10	I	P	boiling
4.	Qu	250	5x10	I	P		10.	Qu	230	5x10	I	S	
4.	Qu	252	5x5	I	P		10.	Qu	247	5x5	I	P	
5.	Qu	227	10x10	I	S		10.	Qu	256	3x3	I	P	
5.	Qu	258	10x20	I	P		11.	Qu	325	3x5	I	P	
6.	Qu	255	3x5	I	P		12.	Qu	241	10x10	I	P	
6.	Qu	258	5x5	I	P		12.	Qu	250	10x10	I	P	
6.	Qu	374	5x10	I	P	boiling	12.	Qu	255	5x5	I	P	
7.	Qu	247	10x10	I	P		13.	Qu	232	5x10	I	P	
7.	Qu	250	10x10	I	P		13.	Qu	256	5x5	I	P	

鉱物種 Qu:quartz

大きさ 長さ μm ×幅 μm

位置 I:inner or older

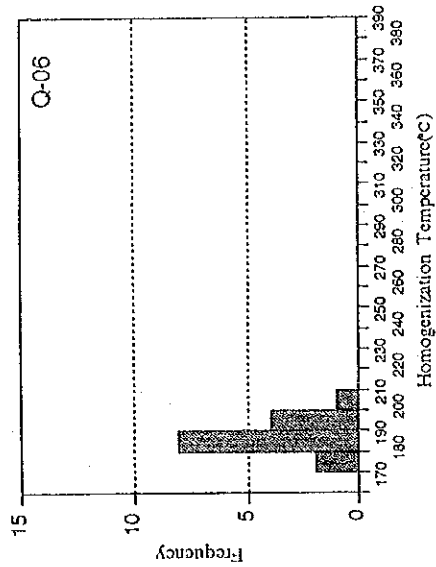
産状 P:primary S:secondary



MO-2 (Quartz)

	pri.	sec.
Num.	9	0
Ave.	267.1	
Max.	303	
Min.	242	

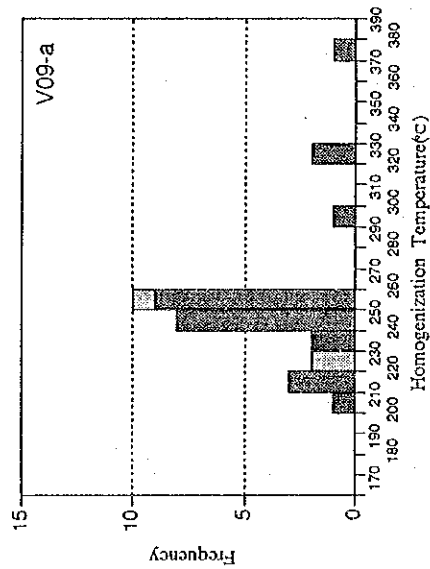
(Ave.,Max.,Min.:°C)



Q-06 (Quartz)

	pri.	sec.
Num.	15	0
Ave.	188.5	
Max.	210	
Min.	177	

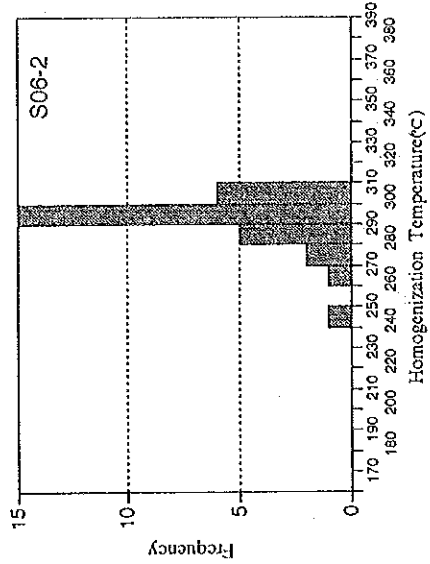
(Ave.,Max.,Min.:°C)



V09-a (Quartz)

	pri.	sec.
Num.	27	3
Ave.	255.6	236.0
Max.	374	251
Min.	201	227

(Ave.,Max.,Min.:°C)



S06-2 (Quartz)

	pri.	sec.
Num.	30	0
Ave.	291.5	
Max.	310	
Min.	247	

(Ave.,Max.,Min.:°C)

図II-2-2 均質化温度のヒストグラム (精査地区)
 Fig. II-2-2 Résultat de mesure de la température d'homogénéisation
 (secteur étudié en détail)

2.2.2 鉱化作用のタイプ

(1) 風化残留砂金鉱床

初生鉱床中の金が、ラテライト化の過程で、重力により或いは化学的溶解と析出により下部に移動濃集したもので、地域住民の採掘対象となっている。濃集部の深度は井戸の深さから12m前後とみられる。濃集部の品位は、経験的に約Au 6g/t以上（回収量で約Au 2g/t以上）でないと地域住民の採掘対象とならないということから、6g/t以上が推定される。濃集部の厚さは不明である。

井戸の掘削ズリの観察では、“砂金鉱石”は、褐鉄鉱で汚染された粘土質のラテライトからなり、原岩構造を残していない。また、井戸底部の掘削ズリと見られるものの中には、原岩構造を残した強風化泥質片岩（サブロライト）が見られることから判断して、砂金濃集部はサブロライト層の上位に位置している可能性が高い。

図II-2-3にSilobougou砂金採掘帯を横断する模式断面を示す。

Silobougou砂金採掘帯の金は、採掘帯が川に沿っていることや、また、後述するようにAu地化学異常とは必ずしも密接には関係していないことなどから、深所の川砂金とも考えられるが、以下の理由によりその可能性は低い。

①川はラテライト層を比較的最近に開析して流れているもので、河床はCuirasseよりなり、その上に未固結の砂層が乗っている。

②採掘ズリの観察では、河床砂礫は見られなかった。

③多くの転石及び幾つかの岩石露出は、区域の地質が主に泥質片岩からなっていることを示しているが、砂金採掘帯の転石及び採掘ズリ中の岩石片も泥質片岩を主としており、これに矛盾しない。

④砂金濃集部は、サブロライト層の直上に位置している可能性が高いが、これは金鉱化岩石がラテライト化した場合の一般的な金濃集部に一致している。

⑤井戸坑底の基盤から採取されたとみられる強風化泥質片岩（サブロライト）の中には、化学分析の結果、金を含有するもの（試料U09-2: Au131ppb）があることから、金の鉱化作用は金採掘帯の基盤岩中に存在している可能性が高い。

(2) 初生金鉱床

初生金鉱床が、Silobougou砂金採掘帯の近傍、深部に想定される。砂金採掘帯はリニアメントのすぐ近くに同じ方向に伸びていること、及び、多数の石英脈転石が採掘されていることから、初生鉱床は、NW-SE方向の断層帯に胚胎する金石英脈鉱床である可能性が高い。

鉱石分析の結果、金は石英脈だけでなく母岩にも含まれている可能性がある。また、分析結果が全体に低いことは、初生鉱化作用の金品位が比較的に低いことを示すものかもしれない。

想定される金石英脈鉱床の幅や傾斜方向は現在不明である。

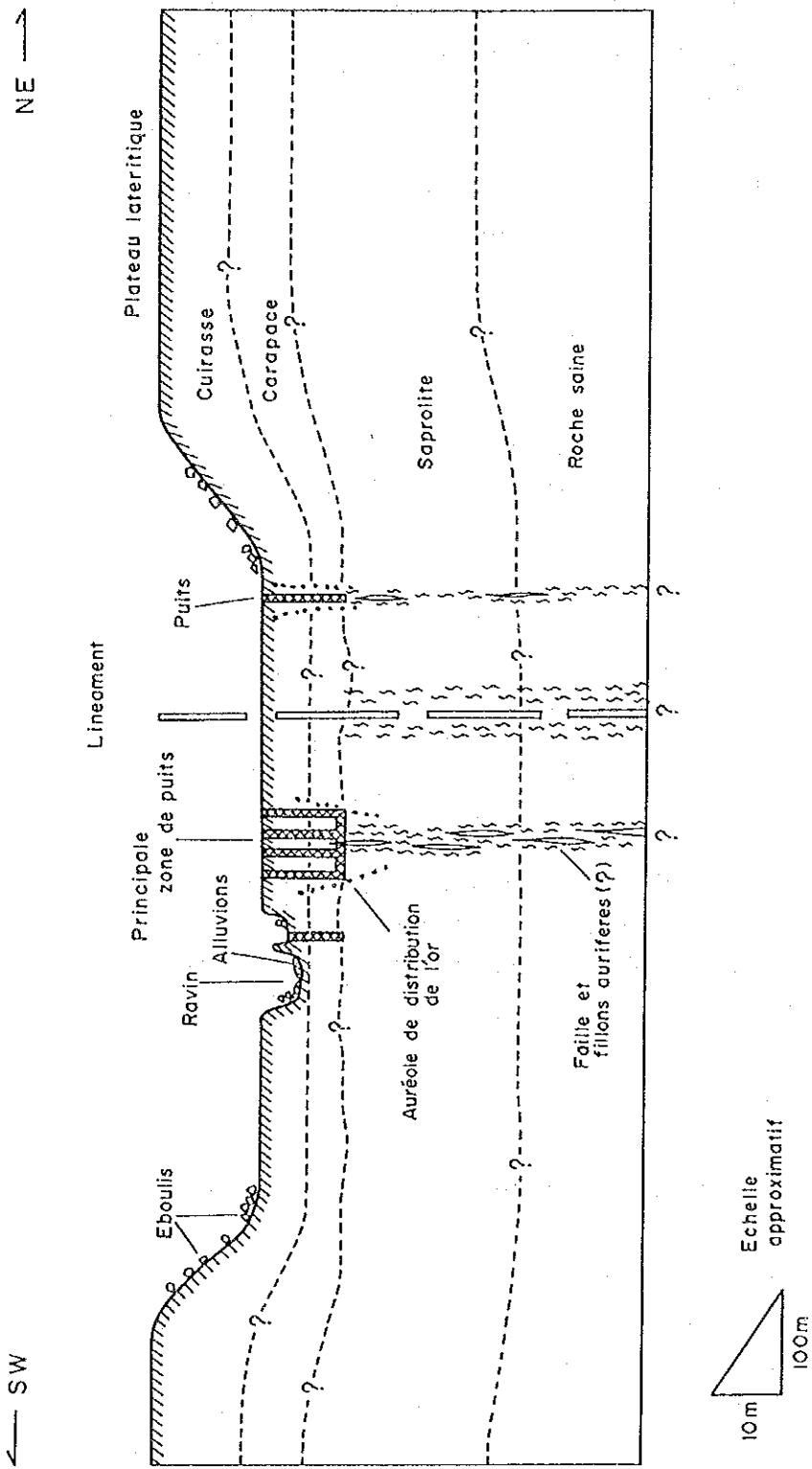


图 II-2-3 Silobougou 砂金探掘带模式断面图

2.3 地化学探査

2.3.1 調査方法

Silobougou区域は、第2年次セレンゲ地区精査地区のD-2地区に含まれる面積4 km²の区域からなる。地化学探査試料の採取は、東西及び南北間隔100mのグリッドの交点で行われ、土壌試料を採取した。採試基線は第01南北測線とし、簡易測量によって100m間隔の測点を設定した後、これらの測点を起点として東へ展開した。

地化学探査試料の採取方法・調整方法などは概査地区と同様である。試料総数は460個である。

2.3.2 分析及び解析方法

各指示元素の種類、分析方法及び検出限界は概査地区と同じである。

分析された各成分について、単一変量解析及び主成分分析を行った。統計処理に際して、検出限界以下の値を検出限界値の1/2の値に置き換えた。

Agは全分析値が検出限界以下であるため、統計計算から除外した。

2.3.3 単一変量解析

(1) 標準統計量

標準統計量を表Ⅱ-2-3に示す。

表Ⅱ-2-3 精査地区標準統計量

分析成分	単位	最大値	最小値	平均	標準偏差
Au	ppb	594	<5.0	6.31	0.506
Ag	ppm	<2.0	<2.0	—	—
Cu	ppm	75	6.0	13.3	0.181
Pb	ppm	32	6.0	13.8	0.136
Zn	ppm	38	1.0	9.9	0.155
As	ppm	1550	<2.0	18.2	0.486
Sb	ppm	20	<2.0	1.3	0.213

標準偏差は対数値

(2) 累積頻度分布としきい値の設定

しきい値の設定方法は、概査地区と同じである。

累積頻度分布図及び、単元母集団を分離した累積頻度分布解析図を図Ⅱ-2-4示す。しきい値を表Ⅱ-2-4に示す。Cu, Pb, Znの各元素は、最高値が低く異常値試料と見られる母集団を含まないことから、異常値母集団を区分するしきい値は設定しなかった。

表 II-2-4 精査地区しきい値

分析成分	単位	しきい値	しきい値以上の試料数
Au	ppb	70	20
Ag	ppm	—	—
Cu	ppm	(20)	(60)
Pb	ppm	(25)	(18)
Zn	ppm	(30)	(3)
As	ppm	200	7
Sb	ppm	6	9

() は単元母集団境界値

2.3.4 多変量解析

(1) 指示元素間の相関

表 II-2-5に相関係数を示す。計算に当たっては、検出限界以下の値は計算から除外した。

Auと他の元素との相関は非常に低く、Auは少なくとも母岩の風化過程では、単独で挙動していることが窺える。As-Sbの相関係数は0.710で、強い正の相関を示す。このほかPb-Zn, Pb-As, Pb-Sbの相関係数はいずれも0.4から0.5ほどの正の相関を示す。

表 II-2-5 精査地区相関マトリックス

	Au	Cu	Pb	Zn	As	Sb
Au	—	229	229	229	222	52
Cu	0.109	—	460	460	448	127
Pb	-0.189	0.226	—	460	448	127
Zn	-0.055	0.263	0.517	—	448	127
As	0.159	0.129	0.502	0.217	—	127
Sb	-0.040	-0.088	0.407	0.141	0.710	—

(相関係数は左下、計算データ数は右上)

(2) 主成分分析

表 II-2-6に主成分分析結果を示す。

第1主成分の全体に対する寄与率は39%である。元素ではPb, As, Sb, (Zn)の寄与が高く、これらの挙動を規制している主成分である。第1主成分高スコア値の分布は、Pb, As, Sbの高濃度値の分布と一致しているが、地形、地質、砂金採掘帯などとの関係は明かでない。第2主成分は寄与率21%で、Cu, Zn, Sbの挙動を規制している主成分であり、Cu及びZnは正の、Sbは負の寄与をしている。第2主成分高スコア値の分布は、Cu, Znの高濃度値の分布と一致しており、また同低スコ

ア値の分布は、Sbの高濃度値の分布と一致している。しかし、これらと地形、地質、砂金採掘帯などとの関係は明かでない。第3主成分が殆ど唯一、Auの挙動を説明する主成分である。第3主成分高スコア値の分布は、Au高濃度値の分布と大差なく、区域中央部から南東部にかけてラテライト台地の解析された部分に大多数が分布している。

表 II-2-6 精査地区主成分分析結果

PRIN COMP	EIGEN VALUE	CONTRIB	CUM CONTRIB		Au	Cu	Zn	Pb	As	Sb
P 1	2.329	0.388	0.388	EIGENVECTOR	-.027	.187	.387	.538	.540	.483
				FACTOR LOADING	-.042	.285	.591	.821	.824	.737
				CONTRIBUTION	.002	.081	.349	.675	.679	.543
P 2	1.264	0.211	0.599	EIGENVECTOR	-.102	.614	.485	.191	-.317	-.490
				FACTOR LOADING	-.115	.690	.545	.215	-.357	-.551
				CONTRIBUTION	.013	.476	.298	.046	.127	.304
P 3	1.143	0.190	0.789	EIGENVECTOR	.867	.375	-.097	-.211	.228	-.037
				FACTOR LOADING	.927	.401	-.104	-.226	.244	-.040
				CONTRIBUTION	.859	.161	.011	.051	.059	.002
P 4	0.664	0.111	0.900	EIGENVECTOR	-.391	.634	-.635	-.049	.149	.131
				FACTOR LOADING	-.319	.517	-.518	-.040	.121	.107
				CONTRIBUTION	.102	.267	.268	.002	.015	.011
P 5	0.376	0.063	0.963	EIGENVECTOR	.191	-.181	-.440	.751	.010	-.415
				FACTOR LOADING	.117	-.111	-.270	.461	.006	-.255
				CONTRIBUTION	.014	.012	.073	.213	.000	.065
P 6	0.225	0.037	1.000	EIGENVECTOR	-.218	-.115	.090	-.249	.730	-.579
				FACTOR LOADING	-.103	-.054	.043	-.118	.346	-.275
				CONTRIBUTION	.011	.003	.002	.014	.120	.075

2.3.5 地化学異常の検討

精査地区における元素別の地化学探査結果図及び異常値分布図を巻末資料1に示す。また図II-2-5には、これらを総合した精査地区地化学探査解析結果図を示す。

なお、Agについては全分析値が検出限界以下のため検討から除外した。

各指示元素の地化学異常の分布には、次のような特徴が見られる。

Au：累積頻度分布は24ppb及び70ppbをしきい値とする3単元母集団に区分され、このうち70ppb以上の母集団をAu地化学異常とした。異常値試料数は20、最高値は594ppb。70ppb以上の地

化学異常は12箇所 に点在する。この中、L-10及びW-15測点付近のAu地化学異常は、500ppb以上の値を含む異常値各4点からなり、まとまっている。これらのAu異常は、異常内または異常の近傍に金採掘跡があることから、採掘対象となった金を反映しているともみられる。

Au地化学異常の分布は点在しているが、大きく見ると、大部分はNW-SE方向のリニアメントの近くにおいて同方向に並んでいるように見え、NW-SE方向の構造規制が窺える。

Silobougou砂金採掘帯を反映するようなAu異常は、異常値試料各1点ずつの孤立した異常3箇所が認められるが、明瞭なAu異常帯としては認められない。これは砂金採掘帯では深度12m付近を採掘対象としていることから、地表部の金は風化によってすでに下部に移動してしまったために、地化学異常として発現しにくい状態にあることが考えられる。

今回調査されたC, H, N, T, Y, DDの各測線は、第2年次調査の38, 38.5, 39, 39.5, 40, 40.5の各測線と同じ位置に設定されており、ほぼ同位置の試料が採取された。結果の対応は、C, DD測線はほぼ対応、N, T, Y測線は一部が対応、H測線は対応不良であった。対応不良の原因としては、試料採取位置の違い、土壤分析試料の部分部分によるAu品位の違いが大きいこと（金粒効果）などが考えられる。

Cu：累積頻度分布は20ppmをしきい値とする2単元母集団に区分されるが、最高値は75ppmでクラーク数（55ppm）と大差なく、鉱化作用を反映したと見られるような異常値は得られていない。30ppm以上の高濃度部の分布を見ると、5箇所ほどにややまとまって分布するが、Au地化学異常や、金採掘箇所の分布とは異なっており、関係は認められない。

Pb：累積頻度分布は25ppmをしきい値とする2単元母集団に区分される。しかし最高値は32ppmでクラーク数（15ppm）の約2倍程度でしかなく、異常値と呼べるような高い値は得られていない。

Zn：累積頻度分布は5ppmと30ppmをしきい値とする3単元母集団に区分される。しかし最高値は38ppmでクラーク数（60ppm）以下であり、異常値と呼べるような値はない。

As：累積頻度分布は62ppmと200ppmをしきい値とする3単元母集団に区分され、200ppm以上を異常値とした。異常値試料数は7、最高値は1550ppmである。200ppm以上の地化学異常は7箇所 に点在するが、区域北東部に多い傾向にある。

As地化学異常は、ラテライト台地に多い。これが区域北東部にAs異常が多く分布する原因となっている。Asは風化過程で、ラテライト層の最上部に濃集する傾向が知られているが（DNGM資料01411; Seydou G Keita, 1988; Petrology et Geochemie d'une Sequence de Profils Lateritiques dans le Birrimien de la Bagoé, Exemple de L'anomalie aurifere de Nampala (Sud-Mali), pp 1-183), 本区域の結果もそれを支持している。

Au地化学異常（ ≥ 70 ppb）とは全く重複しない。これは、Au地化学異常がラテライト台地の開析されたところに分布していることと調和的である。

マリの金鉱床では硫砒鉄鉱と金との随伴関係がしばしば報告されている。Silobougou砂金採掘帯の石英脈転石にも硫砒鉄鉱が認められており（試料 V09-a）、金鉱化作用と関係している可能性がある。本調査でのAuとAsの指示元素としての挙動の違いは、もともとは随伴関係にあった両元素が、風化過程で分離が進み互いに独立した挙動を示すようになったものかもしれない。したがって、その解釈と評価は初生鉱床及び風化部での両元素の随伴関係を理解した上で行う必要がある。

Sb：累積頻度分布は6ppmをしきい値とする2単元母集団に区分され、6ppm以上を異常値とした。最高値は20ppmである。異常値試料数は9試料で、うち7試料はAsの地化学異常試料と重複している。SbとAsの相関係数は0.710と高く、密接な随伴関係を示している。

以上、本区域のAu地化学異常は、他の指示元素とは独立した挙動と分布を示している。Cu, Pb, Znの3元素は、最高値でもクラーク数程度で地化学異常を形成せず、本区域の金鉱床探査においては、必ずしも有効な指示元素とはいえない。Agは全て検出限界（2ppm）以下であり、検出限界が下がらない限り有効な指示元素とはいえない。As, Sbは初生の鉱化においては金と関係している可能性があることから、地化学異常の解釈と評価は慎重に行う必要がある。

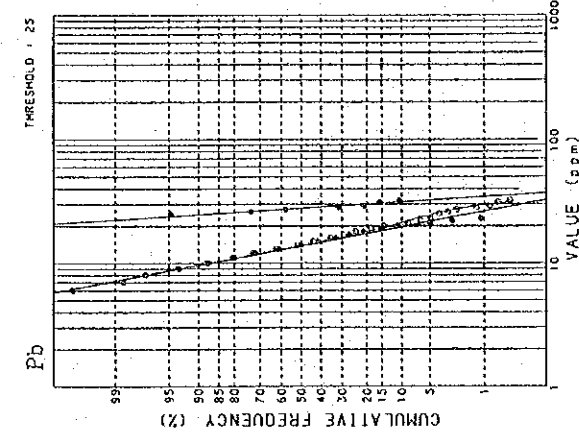
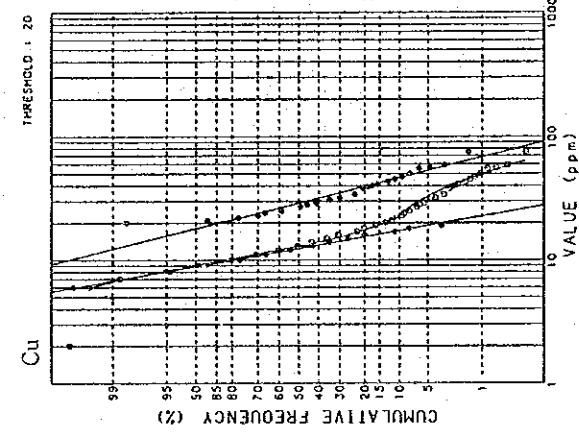
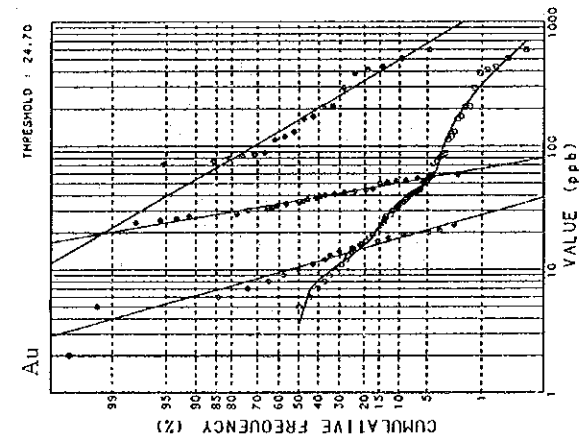
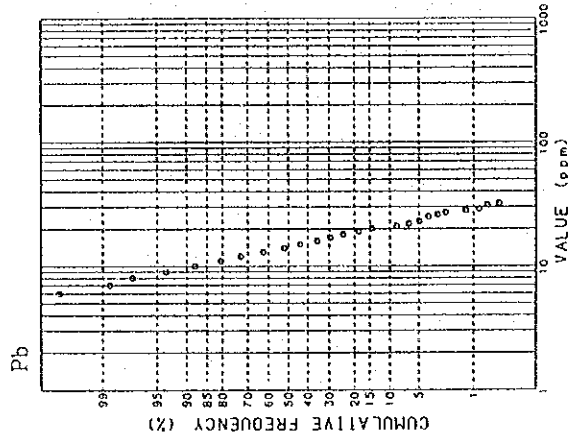
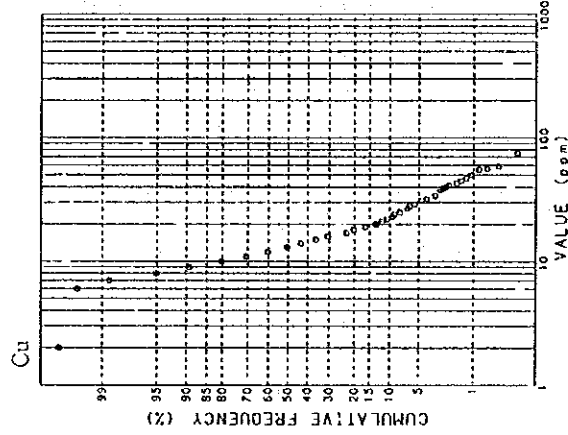
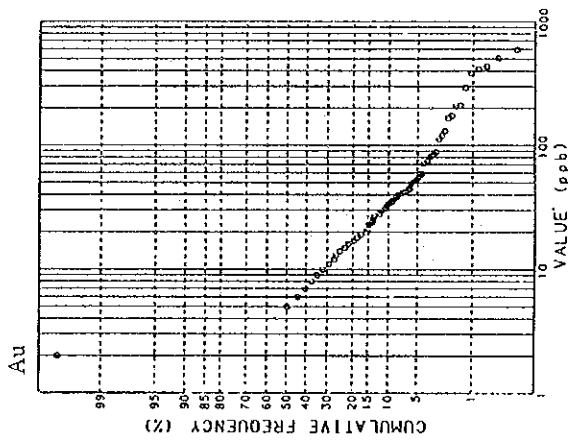
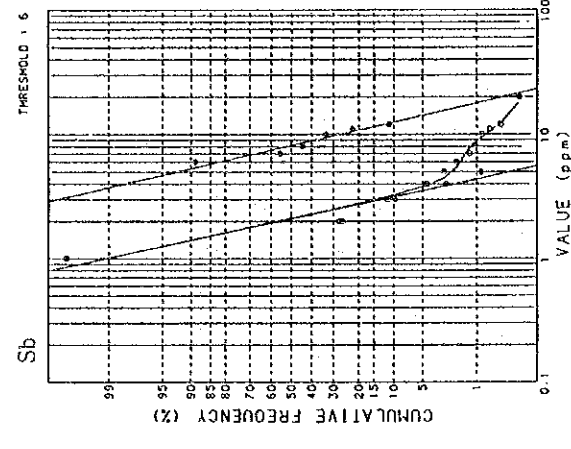
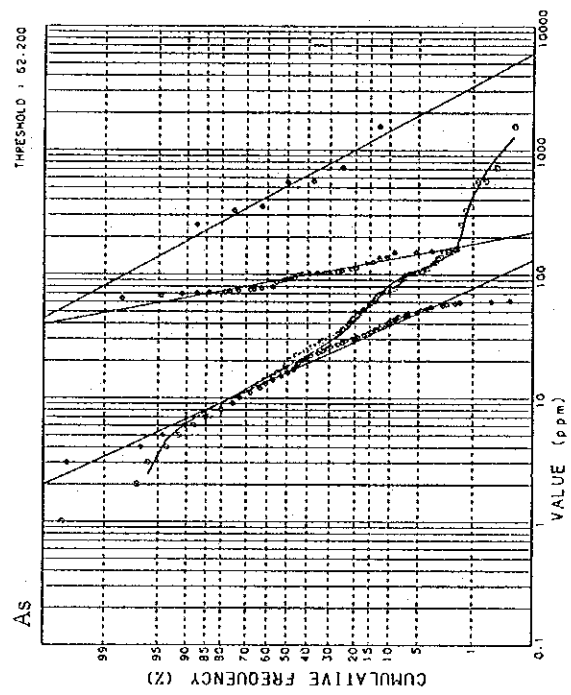
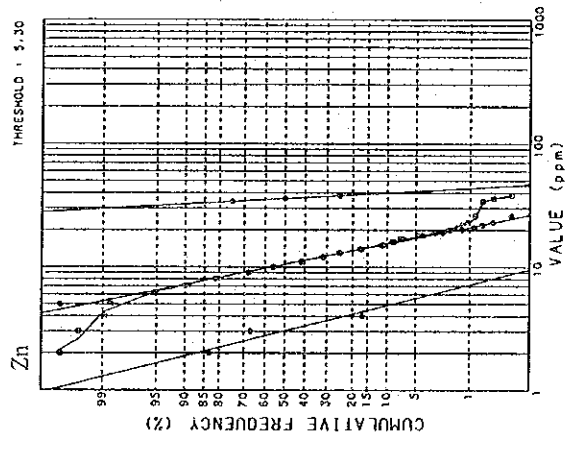
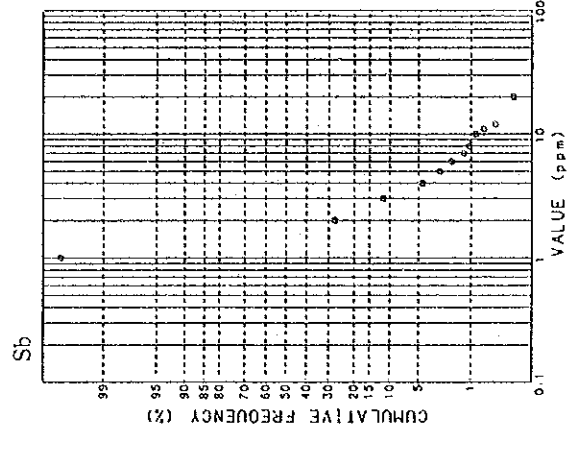
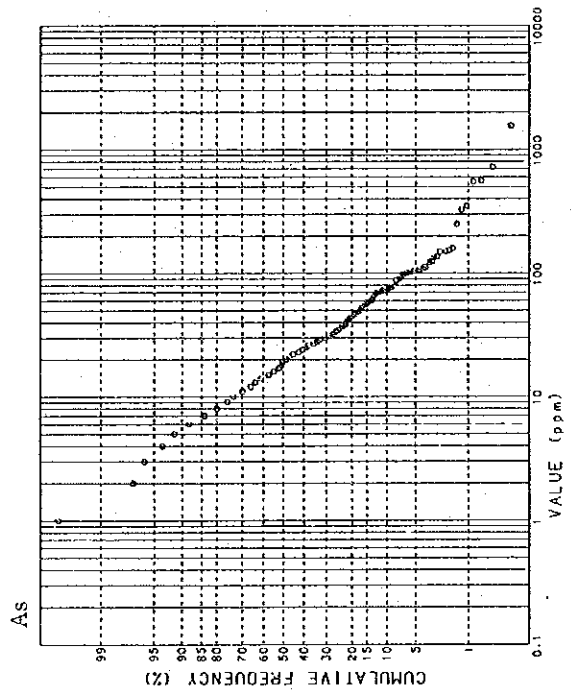
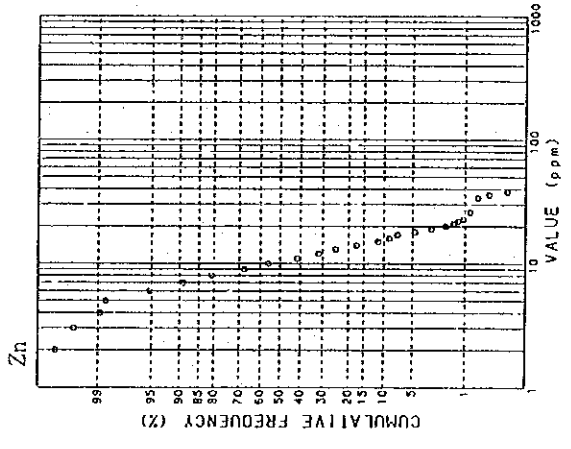
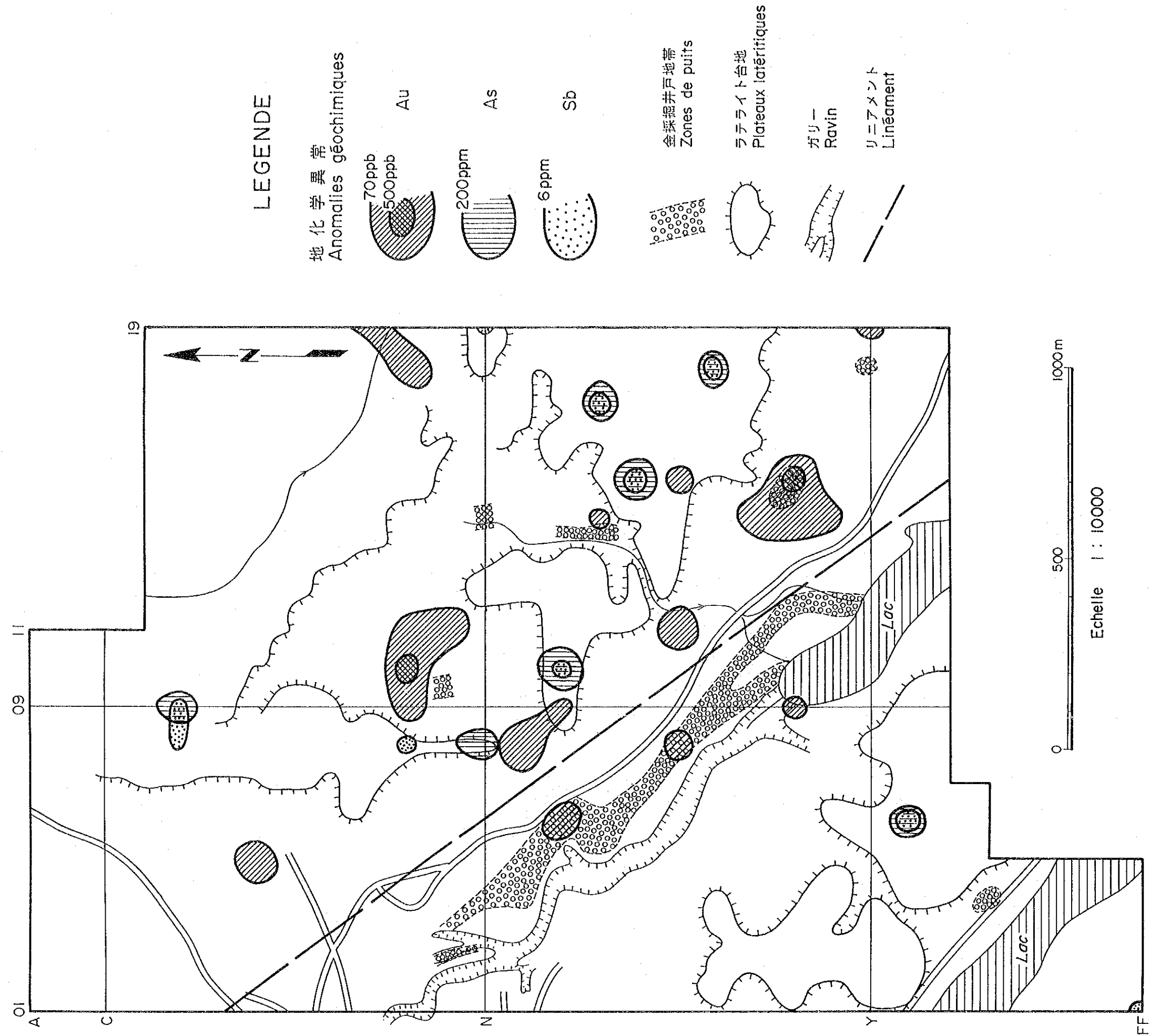


图 II - 2 - 4 (1) 精查地区累积频率分布图及び累积频率折线图 (Au, Cu, Pb)
 Figure II - 2 - 4 (1) Distribution des fréquences cumuliées et analyse de distribution des fréquences cumuliées
 pour la zone étudiée en détail (Au, Cu, Pb)



図II-2-4(2) 精査地区累積頻度分布図及び累積頻度解析図 (Zn, As, Sb)
 Figure II-2-4(2) Distribution des fréquences cumulées et analyse de distribution des fréquences cumulées pour la zone étudiée en détail (Zn, As, Sb)



図II-2-5 精査地区地化学探査解析結果図
Fig. II-2-5 Résultats d'analyse géochimique de la zone étudiée en détail

2.4 考 察

2.4.1 鉱床賦存のポテンシャル

(1) 広域的ポテンシャル

セレンゲ地区を北端として、南のYanfolila 地域、Kalana地域へと伸びる一連のBirrimien 累層群分布地は、Yanfolila 溝地と呼ばれている。Yanfolila 溝地中には多くの金鉱床、金鉱徴が知られており、北からNeneko, Silobougou, Dalaba, Kangare, Babougou, Badougou, Foulaboula, Kodieran, Kalana, Salamavina などを数える(図II-2-6)。

目的とする鉱床は、グリーンストーン帯の熱水性金鉱脈鉱床である。Kalana鉱床(図5, 6参照)を参考に本地域での鉱床形成条件を考えれば、次のようになる。

- ①金の抽出、移動、沈殿に係わる循環熱水を発生させるマグマ活動の存在
- ②熱水の通路及び鉱石沈殿の場となる割れ目の存在
- ③金のソースとなるグリーンストーンの存在

マグマ活動としては、Kalana鉱床に見られるような、posttectonicの完晶質岩岩株の活動が重要である。なかでも浅所貫入とみられる斑状完晶質岩で、プロピライト変質を被っているようなものは、鉱化に関係している可能性が高い。割れ目としては、断層や、またKalana鉱床のように貫入岩の冷却による節理が重要であろう。

グリーンストーンは、鉱床の胚胎母岩として絶対必要なものではなく(例えばKalana鉱床や、南アフリカBarberton グリーンストーン帯のFairview鉱山ほか)、金のソースとして近くに有れば良いものである。マリ南西部のBirrimien 累層群は、下部が玄武岩質または安山岩質のグリーンストーンからなり、上部が砕屑性堆積岩原の低度変成岩からなると考えられている(Cahen, 1984)。Yanfolila 付近に分布するグリーンストーンを、Birrimien 累層群下部のグリーンストーンがフェンスターとして露出しているものと見做せば、セレンゲ地区やKalana地域の堆積岩からなるBirrimien 累層群の下部に、グリーンストーンが分布していると考えて不都合はない。

以上の考察から、セレンゲ地区においても過去のある時期に熱水活動と割れ目が存在すれば、探査対象である金鉱床の形成が十分に期待できると考えられる。

(2) Silobougou区域の鉱床賦存のポテンシャル

Silobougou区域には、金石英脈鉱床の賦存可能性が高いと考える。このことは、上記の考察及び以下の地表徴候の存在によって支持される。

- ①NW-SE 方向に伸長するSilobougou砂金採掘帯の存在
- ②砂金採掘井戸から掘り出されている多くの石英脈転石の存在
- ③砂金採掘帯とほぼ同位置に、同方向に伸長するリニアメントが判読されていること
- ④熱水変質を被ったposttectonicとみられる完晶質貫入岩転石の存在

2.4.2 地化学探査結果と鉍化帯の関係

(1) 結果解釈上の留意点について

留意すべき第一点としては、初生鉍床での金の存在状態により、地化学異常の出方に大きな違いが生じるとみられることがある。Syama 鉍床のように、金が細粒鉍染状で母岩に含まれている場合には、風化による拡散が起こりやすく、地化学異常として出やすい。一方Kalana鉍床では、地化学探査の結果は否定的なものであった。これは金が主に比較的大粒の金粒として石英脈中に含まれていることに起因すると思われる。つまり石英脈は風化しにくく、また、風化して金粒が放出されたとしても土壤中に拡散しにくく、明瞭な地化学異常としては出にくいものと解釈される。

第二点としては、ラテライト層の発達状況と試料の採取深度によって地化学異常の出方が変わるとみられることがある。地化学探査が有効であったSyama 鉍床においても、現場地質技術者の経験では、ラテライト層の上部10m くらいは地化学情報として良いものが得られないということがある。こうした点も結果を解釈する上で留意すべきものと思われる。

したがってこれらのことから、地表部土地化学探査では顕著なAu地化学異常が出ていないような場合でも、金採掘跡や石英脈転石が広範にある場合など他の条件によっては、鉍床賦存可能性は総合的に検討されることが必要と思われる。

(2) 地化学探査結果と鉍化帯の関係

Auは他の元素とは独立に挙動しており、また、Auを除く他の元素は、金採掘跡を反映したような異常を形成していないことから、Au地化学異常の解釈のみが問題となる。

Au地化学異常の分布の特徴としては、以下の点が挙げられる。

- ①Silobougou砂金採掘帯を反映するような明瞭なAu地化学異常帯は見られない。
- ②L-10及び W-15 測点付近には、まとまったAu地化学異常がある。これらのAu異常内または異常の近傍には金採掘跡があり、Au地化学異常は採掘対象となった金を反映しているとみられる。
- ③Au地化学異常の分布は点在しながらも、大部分がリニアメントの近くにおいて同方向に並んでいるように見え、NW-SE 方向の構造規制が窺える。
- ④Au地化学異常はラテライト台地の開析されたところに多く分布する。

①の原因としては、砂金採掘帯では深度12m 付近を採掘対象としていることから、地表部の金はラテライト化の過程で下部に移動しており、ために地化学異常として出にくいこと、また、前項で述べたような初生鉍床での金の存在状態が原因で出にくくなっていることなどが考えられる。

Silobougou砂金採掘帯の徴候をSyama 鉍床及びKalana鉍床と比較したのが表Ⅱ-2-7であり、同じグリーストーン帯中の金鉍床でも胚胎環境や金の産状には大きな違いがみられる。また、表にはないマリ西部 Kenieba地域のLoulo 鉍床などは、これらとも違って電気石化を受けたタービダイト中に産するなど、マリ国内でもいろいろな金鉍床タイプが認められている。これらの事実は、

鉱床賦存可能性の判断に当たっては、種々の情報を総合的に判断する必要があることを示しているよう。

Silobougou鉱徴に対しては、Au地化学異常との対応は必ずしも良くないが、悲観的見方をする必然性は無く、逆に、その他の多くの状況は、周辺に金鉱床の胚胎が十分に期待できることを示していると思われる。

表 II-2-7 Silobougou鉱徴とSyama 鉱床及びKalana鉱床との比較

	Syama 鉱床	Kalana鉱床	Silobougou鉱徴
金 量	91t	37t(-50t)	?
鉱床胚胎構造	逆断層	節理	断層?
鉱化構造方向	NNE-SSW	N-S, NNW-SSE, NW-SE	NW-SE ?
母 岩	玄武岩, 砂岩, 泥岩 Lamprophyric rock	砂岩, 泥質片岩 閃緑岩	泥質片岩?
石英脈	△	◎	○
金の入り方	母岩に鉱染状	石英脈中	?
金の大きさ	微粒 (90% 10μサイズ)	しばしば肉眼的	?
地化探の有効性	◎	△	△
貫入岩	Lamprophyric rock	閃緑岩	ハッパイ岩?
貫入岩の変質	珪化, 絹雲母化 炭酸塩化, 黄鉄鉱化	緑泥石化, 緑泥石化 黄銅鉱・磁硫鉄鉱化	緑泥石化 黄銅鉱・磁硫鉄鉱・ ベントナイト化
砂金採掘帯	◎	◎	◎
方向	NNE-SSW	?	NW-SE
延長	0.9km	?	1.4km+
幅	100-200m	?	50-200m

◎顕著 ○あり △乏しい

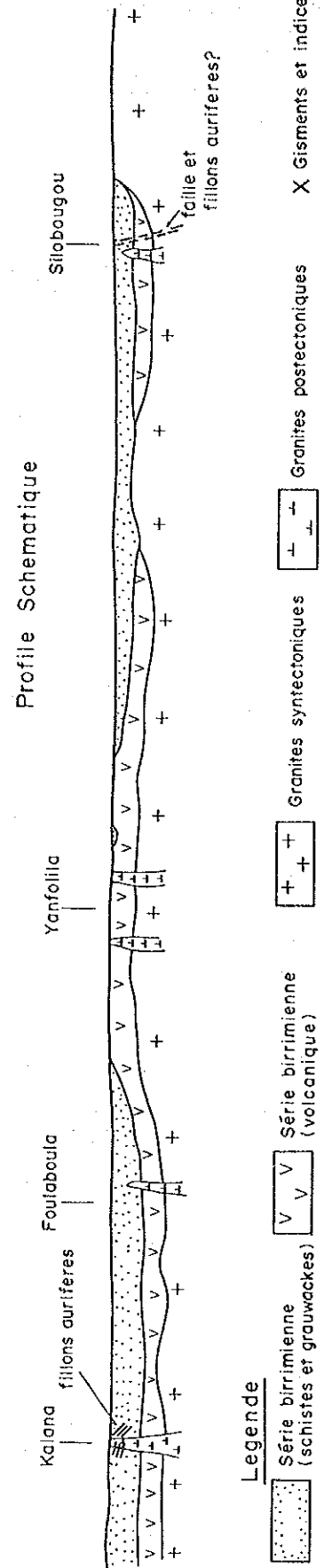
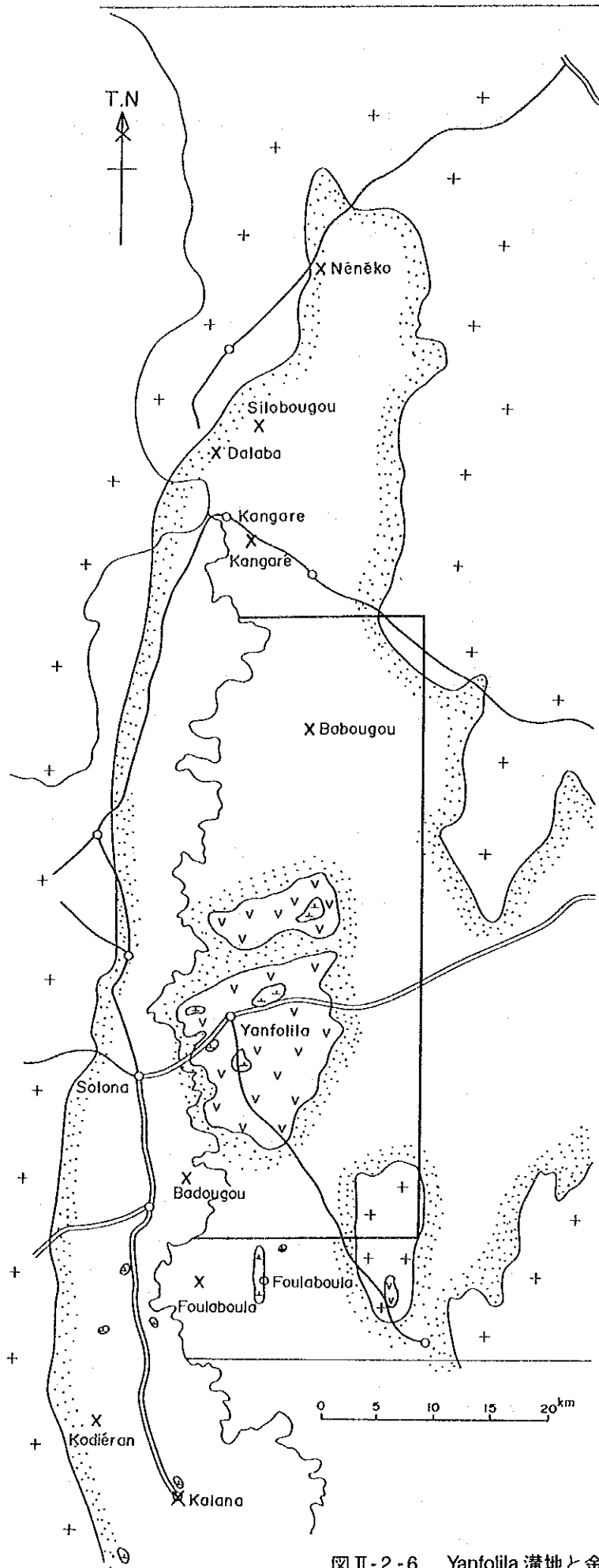


図 II-2-6 Yanfolila 溝地と金鉱徴
-80-

Legende

Series birrimienne (schistes et gnauwacks)

Serie birrimienne (volcanique)

Granites syntectoniques

Granites posttectoniques

X Gisments et indices d'or en place

2.4.3 今後の調査

Silobougou砂金採掘帯とL-10及び W-15 測点付近のまとまったAu地化学異常部周辺には、初生の金石英脈鉱床が期待されることから、今後の積極的探鉱が望まれる。

調査の手法としては、次のようなものが考えられる。

A. 風化残留型砂金鉱床の調査

対象 Silobougou砂金採掘帯とL-10及び W-15 測点付近Au地化学異常部

調査法

- ・浅所ボーリング（50m ないし100mグリッド）調査：深度20m 程度。
- ・既存採掘井戸の断面調査と試料採取

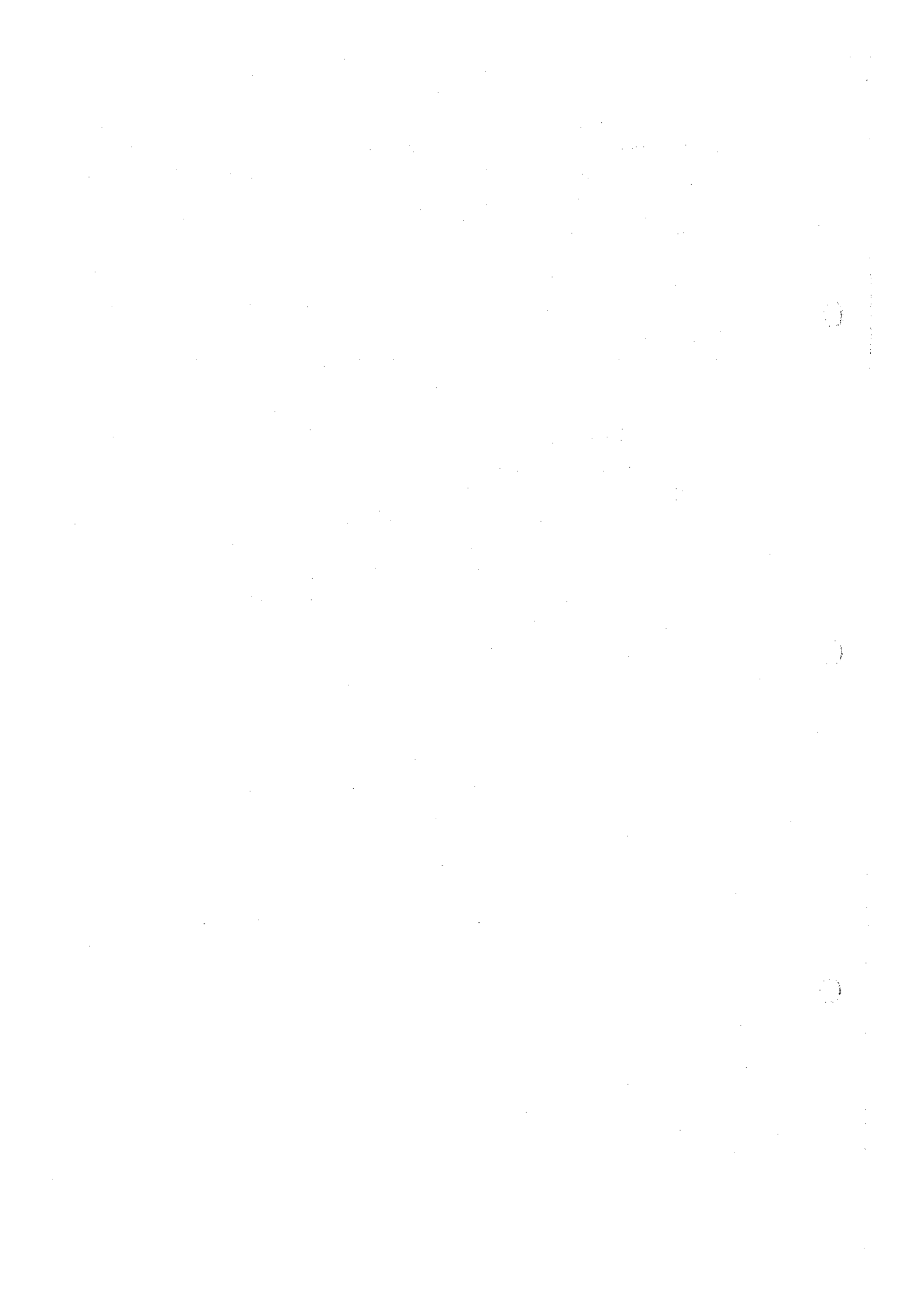
B. 初生金石英脈鉱床の調査

対象 Silobougou砂金採掘帯

調査法

- ・浅所ボーリング調査：3～5断面、断面間隔300m～400m、孔間隔20m、深度30m程度（初生鉱化帯の位置と傾斜方向を推定）
- ・電気探査：3～5断面（鉱化帯を包含する変質帯、断層帯の位置・傾斜方向の抽出）
- ・VLF法電磁探査：50mグリッド（鉱化帯を包含する変質帯、断層帯の平面位置の抽出）
- ・磁力探査：50mグリッド（posttectonic貫入岩の捕捉）
- ・深部ボーリング調査：以上の調査結果により計画（初生鉱化帯深部、未風化部の調査）

なお、セレンゲ地区のNeneko区域もSilobougou区域に似た地表徴候を有しており、同様の金石英脈鉱床の賦存が期待されることから、今回、Silobougou区域で実施したような地化学精査を実施することが望ましい。



第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結 論

第3年次調査の結論は、次のとおりである。

概査地区：概査地区地化学探査によって得られた、まとまったAu地化学異常の分布、また、砂金採取地や石英脈転石などの地表鉱徴の分布から金鉱床の賦存可能性のある区域として、次の3区域が選出された。賦存可能性はこの順に高い。

- ① Kekoro 区域：ケコロ地区北東部のKekoro西方の環状山地周辺
- ② Sagala 区域：ケコロ地区北西端部のSagala周辺
- ③ Banko 区域：ブグニ地区南部のBanko 西方

Kekoro区域には最も多くのAu地化学異常が分布する。Auの地化学異常は散点的に粗粒玄武岩及び流紋岩の周囲に存在しており、環状山地尾根線の内側に存在している金の鉱徴との直接的対応はみられない。Au地化学異常は、地形的には環状山体の裾野の沢部に位置することが多い。これは環状山地内の初生金鉱床が侵蝕を受けて流下、拡散し地化学異常として発現している可能性を示している。環状山地は粗粒玄武岩と閃緑岩の貫入岩から形成され、周辺には流紋岩が分布する。流紋岩は珪化、黄鉄鉱染などの熱水変質を受け、また、Au含有量として70-750ppbが得られていることから、金の初生鉱化作用に関係している可能性が高い。

概査地区の中で、Kekoro区域は過去の採掘実績、地表徴候、地化学異常の規模から判断して鉱床賦存の可能性が高く、今後、調査の実施を図るべき区域と考えられる。

精査地区：精査地区は、広域的には多くの金鉱床を胚胎して南北に伸長する一連のBirrimien累層群分布地-Yanfolila 溝地の北部に位置している。本地区Birrimien 累層群下部には、金の起源となるグリーンストーンの分布が推定し得、付近に熱水活動と割れ目が有れば、金鉱床の形成が十分に期待できる。精査地区の地質構造や鉱化作用の特性は、露出が極めて悪いことにより不明瞭であるが、リニアメントに平行した長大な砂金採掘帯(Silobougou砂金採掘帯)の存在、同採掘帯での石英脈転石の分布、熱水変質を被った完晶質貫入岩転石の存在などの地表徴候は、熱水性金鉱床が付近に存在している可能性が高いことを示している。

地化学探査の結果、Auは他の元素とは殆ど相関せず、単独に挙動している(概査地区も同様)。2箇所まとまったAu地化学異常は、近傍の小規模な砂金採掘地を反映したものとみられるが、主要な鉱徴であるSilobougou砂金採掘帯を反映するような明瞭なAu地化学異常は得られていない。しかし、初生鉱床中の金の存在の仕方や鉱床部分のラテライト化の状況によっては、顕著なAu地化学異常が発現しない場合があり、鉱床賦存可能性の判断に当たっては、種々の情報を総合的に判断する必要がある。先に述べた精査地区の地表徴候は、明瞭なAu地化学異常は伴わないものの、Silobougou砂金採掘帯周辺には金鉱床が十分期待できることを示していると思われる。

第2章 提 言

上述の結論から将来の調査として、下記の調査を提案する。

概査地区：ケコロ地区北東部のKekoro西方の環状山地周辺（Kekoro区域）が最も優先され、今後の調査として以下の調査が推奨される。

- ・地質調査：鉍化作用に関連する火成活動を把握し、探査ターゲットを選出する目的で、基盤の堆積岩を貫く貫入岩の分布と変質状況を詳細に調査する。
- ・地化学探査：地化学異常帯を絞り込み鉍化帯を捕捉する目的で、土地化学探査精査を実施する。対象地域には露頭や転石が比較的多く認められることから岩石地化学探査を実施し土地化学探査を補完することも有効と考えられる。

これらの調査により探査対象地域を狭めた後、物理探査さらに試錐調査を実施し、鉍化帯の捕捉につなげることが望ましい。

Sagala区域については、隣接北部域を含めた地質・地化学精査の実施が望ましい。

Banko 区域については、砂金採掘跡を中心としてその分布と地化学異常を調査する地質・地化学精査の実施が考えられる。

精査地区：Silobougou砂金採掘帯とL-10及び W-15 測点付近のまとまったAu地化学異常部周辺には、初生の熱水性金鉍床が期待されることから、今後の積極的探査が望まれる。

調査の手法としては、Silobougou砂金採掘帯に対しては既存採掘井戸の断面調査、鉍化帯を包含する断層破碎帯の位置や傾斜を推定するための物理探査（電気・電磁・磁気探査）及び初生鉍化帯風化部を捕捉するための浅所ボーリング調査、そしてこれらの結果を踏まえて初生鉍化帯未風化部を調査するための深部ボーリング調査などが考えられる。

L-10及び W-15 測点付近のAu地化学異常部では、近傍の砂金採掘井戸の断面調査のほか鉍化帯を包含する断層破碎帯の位置、方向を推定するための物理探査（電磁探査）及び初生鉍化帯風化部を捕捉するための浅所ボーリング調査が、まず必要であろう。

なお、セレンゲ地区のNeneko区域も本精査地区に似た地表徴候を有しており、同様の金石英脈鉍床の賦存が期待されることから、今回、Silobougou区域で実施したような地化学精査を実施することが望ましい。

参 考 文 献

- BASSOT, J. P. et TRAORE, H. (1980) : Le gisement d'or de Kalana (République du Mali),
Chronique de la Recherche Minière, No. 457, P. 5-18
- BASSOT, J. P., MELOUX, J. et TRAORE, H. (1981) : Notice explicative de la carte géologique a
1/1.500.000 de la République du Mali, DNGM, 137p.
- BUCHSTEIN, M., CISSE, S. et SISSOKO, I. (1973) : Recherches géologiques et minières dans la
région de Bougouni-Sikasso-Yanfolila, Convention 41/c/72/B, Projet 88/CD/72/VI
/B/1b, BRGM, 111p.
- BUDEL, J. (1977) : Klime Geomorphologie, Gebruder Borntraeger. (邦訳 気候地形学, 平川
一臣訳, 古今書院, 1985)
- BUTT, C. R. M., and ZEEGERS, H. (1989) : Classification of geochemical exploration models
for tropically weathered terrain, J. Geochem. Explor., 32, p. 65-74
- DIALLO, M., ATGER, M. et COULIBALY, B. (1989) : Activités et résultats du projet de prospec-
tion de la région aurifère de la Bagoe. MLI/85/007. Ministère de l'industrie
de l'hydraulique et de l'énergie, UNDP - DNGM
- FREYSSINET, PII., LECOME, P. and EDIMO, A. (1989) : Dispersion of gold and base metals in
the Mborguene lateritic profile, east Cameroun, Journal of Geochemical Explo-
ration, 32, p. 99-116
- HOLLAND, H. D. (1978) : The chemistry of the atomosphere and oceans, John Wiley & Sons Inc.
(邦訳 大気・河川・海洋の化学, 山県登訳, 産業図書, 1979)
- 金属鉱業事業団資料センター (1974) : 昭和48年度調査解析委員会報告書-北・西アフリカ諸国
の調査解析-, p. 1-142
- MAO, S. H. (1991) : Occurrence and distribution of invisible gold in a Carlin-type gold
deposit in China, American Mineralogist, Vol. 76, p. 1964-1972
- MARCOUX, E., BONNEMAISON, M., BRAUX C. et JOHAN, Z. (1989) : Distribution de Au, Sb, As et Fe
dans l'arsénopyrite aurifère du Chatelet et de Villeranges (Creuse, Massif
Central français), C. R. Acad. Sci. Paris, t. 308, Série II, p. 293-300
- 松本重治・米山俊直・伊谷純一郎 (1983) : アフリカハンドブック, 講談社, 628p.
- MILESI, J. P., FEYBESSE, J. L., LEDRU, P., DOMMANGET, A., OUEDRAOGO, M. F., MARCOUX, E., PROST, A.,
VICHON, C., SYLVAIN, J. P., JOHAN, V., TEGYEV, M., CALVEZ, J. Y., LAGNY, P., ABOUCHAMY, W.,
ANKRAH, P., BOHER, M., DIALLO, M., FABRE, R., HEINRY, C., LA-PIERRE, H., PONS, J.,
THIEBLEMONT, D., TOURE, S., and MOREL, B. (1989) : Les minéralisations aurifères de
l'Afrique de l'Ouest, Chronique de la Recherche Minière, No. 497, p. 3-98
- MINISTERE DU DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET DU TOURISME, DIRECTION NATIONALE DE LA GEO-
LOGIE ET DES MINES (1987) : Ressources Minérales du Mali, 64p.

P. G. FOOKES and P. R. VAUGHAN(1986) : A Handbook of Engineering Geomorphology, Chapman and Hall New York

STEVEN F. OLSON, KASSOUM DIAKITE, LAWRENCE OTT, AMBOGO GUINDO, CHRISTOPHER R. B. FORD, NICHOLAS WINER, ERIC HANSSEN, NILDA LAY, ROBIN BRADLEY, and DEMETRIUS POHL (1992) : Regional Setting, and Descriptive Geology of the Middle Proterozoic Syama Gold Deposit, Mali, West Africa, Econ. Geol., Vol. 87, p. 310-331

諏訪兼位・矢入憲二 (1979) : アフリカ, 岩波講座 地球科学16 “世界の地質”, 61-98

THORNTON, C. P. and TUTTLE, O. F.(1960) : Chemistry of igneous rocks I, Differentiation index, Amer. Jour. Sci., 258, p. 664-684.

卷 末 資 料

資料 1	地化学探査結果図及び異常値分布図 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb)	A- 1
資料 2	岩石薄片検鏡結果	A-31
資料 3	鉍石研磨片検鏡結果	A-45
資料 4	化学分析結果一覧表 (土壤)	A-53
資料 5	化学分析結果一覧表 (鉍石)	A-81
資料 6	X線回折法試験結果一覧表	A-85

APPENDICE

Apc. 1	Carte des teneurs en Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As et Sb	A- 1
Apc. 2	Résultat d'étude microscopique des lames minces	A-31
Apc. 3	Résultat d'étude microscopique des sections polies	A-45
Apc. 4	Résultat d'analyse chimique des sols	A-53
Apc. 5	Résultat d'analyse chimique des roches minerais	A-81
Apc. 6	Résultat de diffraction des Rayons X.....	A-85